COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Remarques sur la troisième Réponse de M.* Pasteur; par M. Berthelot.

« Dans la nouvelle Note de notre savant confrère, je relèverai seulement la partie scientifique, toute controverse sur les mérites comparés de l'induction et de l'hypothèse et sur nos droits respectifs d'y recourir étant sans intérêt pour l'Académie. Je rappellerai cependant, afin de justifier ma qualité dans le débat, que mon éminent ami m'avait sommé de produire mon opinion sur les questions mêmes pour lesquelles il récuse aujourd'hui ma compétence. Mais passons, et bornons-nous à résumer la discussion, de façon à marquer les points acquis et ceux qui réclament un nouvel éclaircissement.

» 1° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que le sucre cède à la levûre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments.

» 2° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que la levûre se développe en prenant au sucre de l'oxygène, de préférence aux autres éléments. Au contraire, elle paraît prendre de l'hydrogène de préférence, ce qui est le contre-pied des affirmations de M. Pasteur.

» 3° Par conséquent, aucun fait positif ne prouve que la métamor-

phose chimique du sucre soit corrélative d'un mode exceptionnel de nutrition des êtres microscopiques, ce mode étant tel qu'ils enlèvent au sucre de l'oxygène combiné à défaut d'oxygène libre.

» 4° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que la fermentation alcoolique ait pour condition essentielle l'absence de l'oxygène libre. Au contraire, l'expérience prouve que la fermentation alcoolique s'accomplit très-bien en présence de l'oxygène libre.

» 5° Aucun fait positif n'a été produit pour démontrer que le sucre fermente « toutes les fois qu'il y a vie sans air ». Au contraire, l'observation courante prouve que le sucre circule sans altération à travers les cellules et tissus végétaux vivants, dans des milieux absolument privés d'oxygène libre.

» 6° Par conséquent, aucun fait positif ne prouve qu'il y ait en général coïncidence, et *a fortiori* corrélation, soit entre la vie sans air et la fermentation, soit entre la fermentation et la vie sans air.

» C'est donc une assertion gratuite que de supposer en général que « le » premier principe d'action de l'organisme microscopique sur la matière fer- » mentescible... » doive « résider dans son affinité pour l'oxygène ». *A priori*, on peut imaginer qu'il y a des cas de ce genre; on peut imaginer encore des cas contraires, aussi bien que des cas étrangers à cette double vue systématique; mais rien n'est prouvé à cet égard.

» Le doute relatif à l'existence réelle d'êtres organisés doués de la propriété de prendre l'oxygène combiné au sucre, en vertu d'une affinité spéciale, est d'autant autorisé, que *nous ne connaissons aucun principe immédiat formé de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, qui puisse enlever à froid l'oxygène au sucre*. Il s'agit donc d'une propriété exceptionnelle, contraire aux analogies chimiques, et qui réclamerait dès lors les démonstrations expérimentales les plus péremptoires pour être admise : or, M. Pasteur n'a fourni, je le répète, aucune preuve pour l'établir.

» Une seule assertion nouvelle, produite dans la dernière Note de notre savant confrère, mérite de nous arrêter. Il suppose que « l'être anaérobie » fait la chaleur dont il a besoin en décomposant une matière fermentes- » cible susceptible de dégager de la chaleur par sa décomposition ». C'est encore là une affirmation sans preuves, et même sans probabilités, comme je vais l'établir.

» La question est grave et délicate; elle réclame quelques développements.

» Que les fermentations dégagent de la chaleur, le fait est vulgaire de-

puis bien des siècles. J'ai moi-même, il y a une quinzaine d'années, pendant mes études sur les réactions endothermiques et exothermiques, appelé l'attention sur cette circonstance et sur sa nécessité théorique dans les fermentations, comme dans toutes les réactions développées sans le concours d'une énergie étrangère. Loin d'être exceptionnelle, c'est au contraire une condition fondamentale qui doit se retrouver dans la plupart des phénomènes de digestion et de nutrition des êtres vivants, sauf les réactions pour lesquelles intervient l'énergie de la lumière ou celle de l'électricité atmosphérique; elle doit servir de contrôle aux équations par lesquelles on représente l'assimilation des aliments au sein des tissus organisés.

» Ainsi le cycle des transformations chimiques qui se produisent au sein des êtres vivants répond, en général, à un dégagement de chaleur, non-seulement dans le cas des oxydations, mais aussi dans le cas des hydratations et des dédoublements : l'importance de cette seconde source thermique pour l'étude de la chaleur animale avait été longtemps méconnue, ou tout au plus vaguement entrevue; je l'ai mise en évidence, depuis 1865, par des calculs et des observations précises, relatifs aux amides, aux éthers, aux sucres, aux corps gras neutres, etc.

» Or le développement des êtres anaérobies aurait lieu seulement en vertu de la seconde classe de réactions; il s'agit de savoir s'il ne se suffit pas à lui-même, sans le concours d'une fermentation simultanée. Par exemple, dans le cas de la fermentation alcoolique, la chaleur résulte de la métamorphose chimique du sucre. Maintenant, quelque fraction de la chaleur produite par la transformation chimique du sucre en alcool et en acide carbonique est-elle réellement absorbée pendant le développement simultané de la levûre, de façon à devenir la source de l'énergie consommée dans ce développement? Il y a là une question préalable, qui fait tout l'intérêt de la discussion, et que M. Pasteur semble ne pas soupçonner.

» Précisons cette question, en nous conformant à la marche correcte des raisonnements thermochimiques rigoureux. Un certain poids de sucre est donné et mis en présence d'un certain poids de levûre : voilà l'état initial. De certains poids d'alcool, d'acide carbonique, etc., et de levûre sont produits : voilà l'état final. Les relations de poids qui existent entre ces diverses matières, aussi bien que les quantités de chaleur dégagées, sont indépendantes de toute hypothèse relative à la nature et à la connexion des transformations intermédiaires. Or, dans la métamorphose accomplie, le poids primitif du sucre peut être partagé en deux portions : la principale

a fourni ses éléments à l'alcool et à l'acide carbonique, dont les poids réunis la représentent sensiblement; cette réaction dégage de la chaleur; d'autre part, une faible portion du sucre a cédé quelques-uns de ses éléments à la levûre, en vertu de réactions mal connues. Ces réactions mal connues absorbent-elles de la chaleur, empruntée à celle que développe la métamorphose simultanée du sucre, laquelle serait ainsi la source de la chaleur dont l'être anaérobie a besoin? ou bien dégagent-elles elles-mêmes de la chaleur, qui vient, au contraire, s'ajouter à la précédente; auquel cas la nutrition des êtres anaérobies n'aurait rien qui la distingue, sous le rapport thermique, de celle des êtres aérobies? C'est ce que l'état présent de la science ne permet pas de décider.

» L'assertion de M. Pasteur est donc sans preuves.

» J'ajouterai qu'elle est contraire aux probabilités, c'est-à-dire aux données qui ont cours aujourd'hui dans la Chimie physiologique. En effet, la levûre, en se développant, donne naissance à trois groupes de principes immédiats, savoir : la cellulose, les matières grasses et les substances albuminoïdes. Évaluons la chaleur mise en jeu par la transformation du sucre en ces divers principes.

» La chaleur de combustion de 1 gramme de sucre de raisin pouvant être évaluée, d'après les observations, à un chiffre voisin de 3960 calories, le calcul montre que :

» 1 gramme de sucre de raisin, en se changeant en cellulose, dégagerait environ 706 calories, d'après la chaleur de combustion de la cellulose, mesurée par M. Scheurer-Kestner;

» 1 gramme de sucre de raisin, en se changeant en matière grasse, avec production d'eau et d'acide carbonique [1], dégagerait environ 823 calories, d'après la chaleur de combustion de l'huile d'olive, mesurée par Dulong; on aurait un chiffre notablement plus fort, d'après la chaleur de combustion de la graisse de bœuf, mesurée par M. Frankland. La formation des matières grasses ne porte d'ailleurs que sur une dose fort petite de matière;

» 1 gramme de sucre de raisin, en se changeant en albumine, eau et acide carbonique [2], avec le concours d'un sel d'ammoniaque à acide

---

[1] 1 gramme de sucre de raisin renferme les éléments nécessaires pour former 0,318 d'oléine, 0,420 d'acide carbonique et 0,262 d'eau; ces nombres étant complétement déterminés par la seule connaissance de la composition centésimale des corps, dans l'hypothèse d'une transformation qui ne donne naissance à aucun autre produit.

[2] 1 gramme de sucre de raisin exigerait 0,133 d'ammoniaque et donnerait naissance

organique, dégagerait environ 871 calories, d'après la chaleur de combustion de l'albumine, mesurée par M. Frankland.

» On voit que toutes ces quantités de chaleur sont positives et considérables. Sans nous arrêter plus qu'il ne convient à leurs valeurs absolues, à cause de l'état d'imperfection de nos connaissances sur les équations chimiques véritables qui président aux transformations effectuées pendant la nutrition, peut-être sera-t-il permis de penser que les chiffres précédents indiquent au moins le sens des réactions réelles. Il n'est donc pas probable que le développement vital de la levûre aux dépens du sucre exige l'intervention d'une énergie étrangère, empruntée à la métamorphose simultanée d'une autre portion du sucre en alcool et acide carbonique.

» Ainsi nous n'avons affaire qu'à de pures imaginations dans toute cette Physiologie nouvelle, que M. Pasteur déclare aujourd'hui avoir inaugurée (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 135, au milieu; 27 janvier 1879), après avoir assuré avec plus de vérité, il y a quelques semaines (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1055, au bas; 30 décembre 1878), qu'il ne la connaissait nullement. Quoi qu'il en soit, la discussion actuelle me semble épuisée, car toutes les données scientifiques du problème ont été abordées. Puisse-t-elle avoir eu pour résultat utile de poser nettement les questions, ce qui constitue le commencement de leur solution! »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable* ([1]); par M. F. TISSERAND.

« VI. *Recherche de* $Q_{1,0}^{(2n+1)}$. — Je vais commencer par donner une relation générale entre quelques-unes des quantités $Q^{(m+1)}$, $Q^{(m)}$ et $Q^{(m-1)}$; je par-

---

à 0,706 d'albumine, 0,073 d'acide carbonique et 0,354 d'eau; ces nombres étant complétement déterminés par les mêmes conditions que les précédents.

Le calcul thermique établi sur ces données indique un dégagement de 964 calories; il convient d'en retrancher 93, pour tenir compte de l'état initial de l'ammoniaque, qui n'est pas libre, mais unie avec un acide organique. Dans ces calculs, le sucre est supposé solide et l'acide carbonique gazeux; mais l'état de dissolution de ces deux corps accroîtrait encore la chaleur dégagée, soit de 65 calories dans le cas des corps gras, et de 19 calories dans le cas des albuminoïdes.

([1]) Voir les *Comptes rendus* des séances des 20 et 27 janvier.

tirai de la formule

$$2\cos V \cos mV = \cos(m+1)V + \cos(m-1)V,$$

qui peut s'écrire

$$(2\mu\cos x + 2\nu\cos y)\,\Sigma Q_{i,j}^{(m)}\cos ix \cos jy = \Sigma\left(Q_{i,j}^{(m+1)} + Q_{i,j}^{(m-1)}\right)\cos ix\cos jy;$$

on en déduit, en égalant de part et d'autre les coefficients de $\cos ix \cos jx$, la relation cherchée

$$(41)\qquad Q_{i,j}^{(m+1)} + Q_{i,j}^{(m-1)} = \mu\left(Q_{i-1,j}^{(m)} + Q_{i+1,j}^{(m)}\right) + \nu\left(Q_{i,j-1}^{(m)} + Q_{i,j+1}^{(m)}\right);$$

on en tire, en faisant $i = j = 0$, $m = 2n+1$,

$$(42)\qquad 2\left(\mu Q_{1,0}^{(2n+1)} + \nu Q_{0,1}^{(2n+1)}\right) = Q_{0,0}^{(2n+2)} + Q_{0,0}^{(2n)}.$$

On peut remplacer $Q_{0,0}^{(2n+2)}$ et $Q_{0,0}^{(2n)}$ par leurs expressions générales tirées de la formule (35), et l'on trouve, après quelques réductions faciles,

$$(43)\left\{\begin{aligned} &\mu Q_{1,0}^{(2n+1)} + \nu Q_{0,1}^{(n+1)} \\ &= (2n+1)\mu\nu\Big\{-1 + 9\frac{n(n+1)}{1.2.3}\mu\nu - 100\frac{n(n^2-1^2)}{1.2.3.4.5}(n+2)\mu^2\nu^2 \\ &\qquad + 1225\frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)}{1.2.3.4.5.6.7}\mu^3\nu^3\ldots \\ &\qquad + (-1)^{j-1}\left[\frac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2 \\ &\qquad \times\frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-\overline{j-1}^2)}{1.2.3\ldots(2j+1)}(n+j)(\mu\nu)^j + \ldots\Big\}. \end{aligned}\right.$$

» Il nous suffira maintenant de trouver une autre relation entre $Q_{1.0}^{(2n+1)}$ et $Q_{0,1}^{(2n+1)}$. Partons de la formule

$$\begin{aligned} &\cos(2n+1)V \\ &= (-1)^n\frac{2n+1}{2}\left[\frac{(2\cos V)}{1} - n(n+1)\frac{(2\cos V)^3}{1.2.3} + n(n^2-1^2)(n+2)\frac{(2\cos V)^5}{1.2\ldots5}\right. \\ &\qquad \left. - n(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)\frac{(2\cos V)^7}{1.2\ldots7} + \cdots\right]. \end{aligned}$$

» On trouve aisément que le terme en $\cos x$ provenant du développe-

ment de $\frac{(2\cos V)^{2i+1}}{1.2\ldots(2i+1)}$ peut être représenté par $2\mu L_{2i+1}$, en posant

$$(44) \qquad L_{2i+1} = \sum \frac{\mu^{2\alpha}\nu^{2\beta}}{(T_\alpha T_\beta)^2(\alpha+1)},$$

où $\alpha + \beta = i$.

» On aura donc

$$2Q_{1,0}^{(2n+1)} = (-1)^n(2n+1)\mu[1 - n(n+1)L_3 + n(n^2-1^2)(n+2)L_5 \\ - n(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)L_7 + \ldots],$$

et l'on en déduit, en représentant par L'_{2i+1} ce que devient L_{2i+1} quand on y permute μ et ν, c'est-à-dire en posant

$$(45) \qquad L'_{2i+1} = \sum \frac{\nu^{2\alpha}\mu^{2\beta}}{(T_\alpha T_\beta)^2(\alpha+1)},$$

$$(46) \left\{ \begin{aligned} &2[\nu Q_{1,0}^{(2n+1)} - \mu Q_{0,1}^{(2n+1)}] \\ &\quad = (-1)^{n-1}(2n+1)\mu\nu n[(n+1)(L_3 - L'_3) - (n^2-1^2)(n+2)(L_5 - L'_5) \\ &\qquad + (n^2-1^2)(n^2-2^2)(n+3)(L_7 - L'_7) - \ldots]. \end{aligned} \right.$$

» Les différences $L_3 - L'_3$, $L_5 - L'_5$, ... admettent évidemment le facteur $\nu^2 - \mu^2 = (\nu - \mu)(\nu + \mu)$, ou bien, à cause de $\mu + \nu = 1$, le facteur $\nu - \mu$; je suis arrivé à prouver que

$$L_3 - L'_3 = (\nu - \mu)\frac{K_2}{2},$$

$$L_5 - L'_5 = (\nu - \mu)\frac{K_4}{3},$$

. . . .,

et, en général,

$$L_{2i+1} - L'_{2i+1} = (\nu - \mu)\frac{K_{2i}}{i+1}.$$

» La formule (46) deviendra donc

$$2(\nu Q_{1,0}^{(2n+1)} - \mu Q_{0,1}^{(2n+1)}) \\ = (-1)^{n-1}(2n+1)n\mu\nu(\nu-\mu)\left[\frac{n+1}{2}K_2 - (n^2-1^2)\frac{(n+2)}{3}K_4 \right. \\ \left. + (n^2-1^2)(n^2-2^2)\frac{(n+3)}{4}K_6\right] - \ldots,$$

où les quantités K doivent être remplacées par leurs valeurs, tirées de la formule (38).

» On arrive ainsi à cette expression générale :

$$(47)\quad \left\{\begin{aligned} &2\left(\nu Q_{1,0}^{(2n+1)} - \mu Q_{0,1}^{(2n+1)}\right) \\ &\quad = (2n+1)\mu\nu(\nu-\mu) \\ &\quad \times \Big\{ 1 - 2(n-1)(n+2)\mu\nu + \tfrac{5}{4}(n-1)(n^2-2^2)(n+3)\mu^2\nu^2 - \ldots \\ &\qquad + (-1)^j \left[\frac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2 \frac{(n-1)(n^2-2^2)(n^2-3^2)\ldots(n^2-j^2)(n+j+1)}{1.2\ldots(2j+1)} \frac{2j+2}{j+2}(\mu\nu)^j + \ldots \Big\}. \end{aligned}\right.$$

» Les formules (43) et (47) nous serviront à déterminer $Q_{1,0}^{(2n+1)}$ et $Q_{0,1}^{(2n+1)}$, mais il n'est pas nécessaire de résoudre ces deux formules par rapport à $Q_{1,0}^{(2n+1)}$ et $Q_{0,1}^{(2n+1)}$; on peut, en effet, remplacer les équations (22) et (23) par les suivantes, qui leur sont équivalentes :

$$(48)\quad \left\{\begin{aligned} \mu P_{1,0} + \nu P_{0,1} &= A^{(1)}\left(\mu Q_{1,0}^{(1)} + \nu Q_{0,1}^{(1)}\right) + A^{(3)}\left(\mu Q_{1,0}^{(3)} + \nu Q_{0,1}^{(3)}\right) + \ldots, \\ 2\nu P_{1,0} - 2\mu P_{0,1} &= A^{(1)}\left[2\left(\nu Q_{1,0}^{(1)} - \mu Q_{0,1}^{(1)}\right)\right] + A^{(3)}\left[2\left(\nu Q_{1,0}^{(3)} - \mu Q_{0,1}^{(3)}\right)\right] + \ldots, \end{aligned}\right.$$

et l'on déterminera ainsi par les formules (46) et (47) les premiers membres des équations (48), d'où $P_{1,0}$ et $P_{0,1}$ résulteront immédiatement.

» Voici les premières valeurs à employer :

$$\begin{aligned} 8\left[\mu Q_{0,1}^{(3)} - \nu Q_{1,0}^{(3)}\right] &= 3\sin^2 J\cos J, \\ 8\left[\mu Q_{0,1}^{(5)} - \nu Q_{1,0}^{(5)}\right] &= 5\sin^2 J\cos J\left(1 - 2\sin^2 J\right), \\ 8\left[\mu Q_{0,1}^{(7)} - \nu Q_{1,0}^{(7)}\right] &= 7\sin^2 J\cos J\left(1 - 5\sin^2 J + \tfrac{75}{16}\sin^4 J\right), \\ 8\left[\mu Q_{0,1}^{(7)} - \nu Q_{1,0}^{(9)}\right] &= 9\sin^2 J\cos J\left(1 - 9\sin^2 J + \tfrac{315}{16}\sin^4 J - \tfrac{49}{4}\sin^6 J\right), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ 4\left[\nu Q_{0,1}^{(3)} + \mu Q_{1,0}^{(3)}\right] &= 3\sin^2 J\left(-1 + \tfrac{3}{4}\sin^2 J\right), \\ 4\left[\nu Q_{0,1}^{(5)} + \mu Q_{1,0}^{(5)}\right] &= 5\sin^2 J\left(-1 + \tfrac{9}{4}\sin^2 J - \tfrac{5}{4}\sin^4 J\right), \\ 4\left[\nu Q_{0,1}^{(9)} + \mu Q_{1,0}^{(7)}\right] &= 7\sin^2 J\left(-1 + \tfrac{9}{2}\sin^2 J - \tfrac{25}{4}\sin^4 J + \tfrac{175}{64}\sin^6 J\right), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

» Je remarquerai, en terminant, qu'on pourrait diriger le calcul des quantités $P_{i,j}$ d'une autre manière ; on pourrait, en effet, calculer numériquement, et de proche en proche, les quantités $Q_{i,j}$ par la relation (41), puis les quantités P par la formule (9); les formules (35), (40) et (47) seraient employées de temps à autre pour contrôler les calculs numériques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la fermentation de la cellulose.* Note de M. **Ph. Van Tieghem.**

« Le 18 mars 1850, Mitscherlich annonçait à l'Académie de Berlin que la cellulose fermente. L'expérience est fort simple. On met dans l'eau des tranches de pomme de terre. Après quelques jours, si les circonstances, et notamment la température, sont favorables, les cellules du parenchyme se désagrégent d'abord, puis se dénudent; la cellulose qui les unissait et les recouvrait a disparu; l'amidon est tombé au fond avec les débris du protoplasma. On filtre, et dans le liquide on introduit des tranches nouvelles; elles se désagrégent plus vite que les premières, et l'on peut recommencer souvent, car à chaque fois le ferment se multiplie. Le liquide actif ne contient trace d'aucun champignon, mais il est tout rempli de vibrions, et Mitscherlich ajoute : « Il se peut que ces vibrions soient, ici aussi, l'agent » du phénomène (1). »

» En 1865, au cours de ses recherches sur les laticifères, pendant qu'il isolait ces organes par la macération des tissus qui les renferment, M. Trécul a découvert autour et à l'intérieur de ces tubes, autour et à l'intérieur des cellules du parenchyme environnant, des corpuscules amylifères qu'il a nommés *Amylobacter* et dont il a distingué trois genres d'après leur forme, qui est en cylindre (*Amylobacter* vrai), en fuseau (*Clostridium*) ou en têtard (*Urocephalum*). Suivant lui, ces corps naissent, tous à la fois et spontanément, dans les laticifères et les cellules closes, par une transformation directe du protoplasma (2).

» Il y a près de deux ans (3), j'ai établi que, loin de constituer trois genres distincts, les Amylobacter de M. Trécul ne sont autre chose que l'un des états successifs d'une seule et même espèce appartenant au genre *Bacillus* de la famille des Bactéries, dont j'ai suivi le développement depuis une spore primitive jusqu'aux spores nouvelles, et que j'ai appelée *Bacillus Amylobacter.* Avant de parvenir à sa phase amylacée, pendant qu'il est encore en voie d'allongement et de division, ce Bacille peut pénétrer dans la cavité des cellules en en traversant la membrane ; j'ai assisté à cette pénétration, qui ne surprendra personne tout à l'heure. Là, il continue d'a-

---

(1) *Monatsberichte der Berliner Akademie,* 18 mars 1850.
(2) *Comptes rendus,* 1865, t. LXI, p. 156 et 436. — *Ibid.*, 1867, t. LXV, p. 513.
(3) *Bulletin de la Société botanique,* séance du 23 mars 1877.

bord de s'allonger et de se diviser; puis les nombreux articles ainsi produits et isolés se chargent d'amidon, tous à la fois et par une nutrition indépendante; en sorte que, si, à l'exemple de M. Trécul, on ne les recherche que par les réactifs iodés, ils doivent paraître nés sur place, simultanément et spontanément. Du même coup, j'ai ainsi expliqué très-simplement les faits observés par M. Trécul, et écarté un argument en faveur de la génération spontanée auquel personne jusqu'alors n'avait répondu.

» En même temps, j'ai montré que ce Bacille est anaérobie et qu'il possède la propriété remarquable de dissoudre la cellulose et de la faire fermenter avec dégagement de gaz. Qui s'étonnera maintenant s'il perce çà et là la membrane d'une cellule pour aller poursuivre et terminer son développement dans sa cavité? L'Amylobacter est le ferment figuré de la cellulose. C'est lui le vibrion que Mitscherlich a vu pulluler dans le liquide et qu'avec raison il a supposé « devoir être, ici aussi, le principe actif ».

» Ainsi se sont trouvées rattachées l'une à l'autre, comme exprimant deux aspects différents d'un seul et même phénomène, l'expérience de Mitscherlich et l'observation de M. Trécul [1].

» J'ai poursuivi ces recherches. Parmi les résultats nouveaux que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, il en est plusieurs qui, intéressant la définition même du sujet, doivent nous occuper tout d'abord.

» Toutes les membranes des cellules végétales sont-elles indifféremment attaquées par l'Amylobacter? En aucune façon. A vrai dire, je ne connais qu'un seul état où toutes les cellules de toutes les plantes aient leurs mem-

---

[1] La cellulose étant une des substances les plus insolubles que l'on connaisse, ces premières recherches nous ont introduits dans un ordre général de phénomènes peu exploré jusque-là : la fermentation des matières insolubles produites par les êtres vivants. Question plus complexe encore que celle des fermentations ordinaires, puisque le ferment doit exécuter ici un double travail : transformer d'abord la matière insoluble en une substance soluble, en un mot la digérer, puis décomposer, faire fermenter cette substance soluble. L'Amylobacter, par exemple, digère d'abord la cellulose, comme l'embryon du Blé, ou mieux du Caféier et du Dattier, digère à la germination la cellulose accumulée pour lui dans l'albumen, mais ensuite il fait fermenter le principe soluble obtenu, ce que ne fait pas cet embryon, qui se l'assimile en entier. Jusqu'à quel point ces deux phases du phénomène, la digestion et la fermentation proprement dite, accomplies successivement par le même organisme, sont-elles distinctes dans le temps et peuvent-elles être isolées? Jusqu'à quel point la première peut-elle être rattachée à la sécrétion d'une diastase? Ce sont des questions sur lesquelles nous aurons à revenir plusieurs fois dans cette longue suite de recherches qui m'occupent activement. Tenons-nous-en aujourd'hui à la cellulose et à l'Amylobacter.

branes, si épaisses qu'elles puissent être, également dissoutes par lui : c'est l'état d'embryon. Dès que la plante, en se développant, a spécialisé et solidifié ses tissus, on y remarque de profondes différences. Pour les apprécier, la méthode la plus sûre est de placer dans l'eau en vase clos et à l'étuve, vers 30-35 degrés, le tissu à essayer, découpé en tranches minces, avec un fragment d'un tissu très-altérable quelconque et des spores d'Amylobacter. Celui-ci se développe toujours aux dépens du tissu altérable et pullule dans le liquide; mais, selon les cas, il désagrége ou laisse intact le tissu essayé. Pour éviter autant que possible l'intrusion dans ces cultures d'organismes différents apportés par l'eau, l'air, le vase ou les tissus, lesquels, en nuisant à l'Amylobacter, pourraient fausser le résultat, on utilise la propriété de résister à la température de 100 degrés que les spores d'Amylobacter partagent avec celles de quelques autres Bacilles; on les sème dans le liquide bouillant, qu'on laisse ensuite refroidir à la température de l'étuve. On y gagne à la fois en pureté et en rapidité.

» Par cette méthode, ce qui résiste, c'est d'abord toute membrane où, par les progrès de l'âge, la cellulose s'est transformée ou incrustée : cutifiée par exemple [cuticule (¹)], ou subérifiée (liége, périderme, endoderme), ou lignifiée (fibres et vaisseaux du bois, cellules scléreuses), ou minéralisée (cellules à membrane siliceuse ou calcaire). Cependant, quand elle est gélifiée (*Ascococcus*, *Nostoc*), la matière gélatineuse peut être dissoute et décomposée par l'Amylobacter. Ce qui résiste encore, ce sont plusieurs tissus où la cellulose s'est pourtant conservée pure, comme les fibres du liber (on extrait les fibres textiles par le rouissage, c'est-à-dire par l'action en grand des Amylobacter), comme les laticifères (on les sépare par la macération, qui est encore l'œuvre des Amylobacter), comme la moelle des tiges à partir d'un certain âge, etc. Ce qui est dissous, au contraire, dans une plante phanérogame aérienne, outre l'embryon, l'albumen et les jeunes extrémités des tiges et des racines qui disparaissent en entier, c'est le parenchyme séveux de l'écorce, de la moelle jeune, des feuilles, des fleurs et des fruits, ce sont les divers éléments du bois mou, du liber mou et du cambium, c'est le parenchyme de réserve des tubercules, rhizomes et bulbes, etc. Mais il n'en est plus de même dans les phanérogames aquatiques submergées; ici la cellulose de tous les éléments de la tige et des feuilles résiste aux Amylobacter, et c'est là, pour cette sorte de plantes, une nécessité

(¹) M. Brongniart a isolé la cuticule en faisant macérer des feuilles de chou, c'est-à-dire, on le sait maintenant, en les livrant en proie aux Amylobacter.

d'existence. Parmi les Cryptogames, il en est de même des Characées et des Algues, et l'Amylobacter, qui est une Algue, en donne un frappant exemple. La cellulose des Champignons demeure aussi le plus souvent inaltérée; cependant elle est dissoute dans les tissus de réserve des sclérotes. Celle des Mousses, des Sphaignes, des Hépatiques et des Lycopodes, celle des feuilles des Fougères, résistent, tandis que le parenchyme du rhizome des Fougères et de la tige des Prêles est dissous.

» Au point de vue de la digestibilité par l'Amylobacter, il y a donc, comme on voit, de grandes différences dans une même plante suivant les tissus, dans un même tissu suivant les plantes. Sous ce rapport, il y a cellulose et cellulose, comme M. Fremy l'a montré depuis longtemps par l'action de divers réactifs, auxquels il convient désormais d'ajouter l'Amylobacter. Par là, le sujet de ce travail se trouve mieux défini, restreint qu'il est maintenant à la cellulose digestible. Mais, en outre, il découle de ces résultats deux applications que je ne puis qu'indiquer ici : l'une physiologique, relative aux divers degrés de digestibilité de la cellulose des différents végétaux pour l'homme et pour les animaux, degrés dont l'Amylobacter donne peut-être la mesure; l'autre paléontologique, relative aux chances inégales de fossilisation dans l'eau que présentent les diverses plantes suivant leur nature, chances qui, toutes choses égales d'ailleurs, sont d'autant plus grandes que la cellulose résiste mieux à l'Amylobacter et que l'eau est moins propre à leur développement.

» Quelle est maintenant l'action de ce Bacille sur les matières insolubles qui sont contenues dans les cellules dont il a dissous la membrane? Prenons pour exemple une cellule de réserve placée dans l'eau à l'état de vie latente et renfermant des substances albuminoïdes insolubles avec de la matière grasse ou avec des grains d'amidon. L'Amylobacter ne touche ni aux grains d'amidon (on les extrait dans les féculeries par fermentation, c'est-à-dire après l'action des Amylobacter), ni à la matière grasse, ni aux substances albuminoïdes. Il laisse donc le corps de la cellule inaltéré dans sa forme et dans sa structure; il le dénude, et voilà tout [1].

---

[1] Mais ce que l'Amylobacter est impuissant à faire, d'autres êtres microscopiques ont pouvoir de l'accomplir, comme je le montrerai ultérieurement. Il y a un organisme qui dissout les grains d'amidon; un autre transforme et saponifie la matière grasse; un autre encore attaque et rend solubles les substances albuminoïdes : à chacun son œuvre, et il faut le concours simultané ou successif de ces quatre organismes pour venir à bout d'une cellule de réserve plongée dans l'eau à l'état de vie latente, si elle contient à la fois sous sa membrane de cellulose des substances albuminoïdes, de la matière grasse et des grains d'a-

» Dans les cultures d'Amylobacter, on ne peut donc pas, comme aliment carboné, substituer à la cellulose l'amidon en grains, ni la matière grasse, et il faudra également fournir l'aliment azoté à l'état de dissolution. Mais l'amidon soluble convient parfaitement; en y ajoutant des nitrates et des sels minéraux, on réalise un milieu artificiel où l'Amylobacter se développe aux dépens de l'amidon, qu'il fait fermenter avec dégagement de gaz. On obtient le même résultat avec la dextrine, le glucose et le sucre de canne. A vrai dire, l'Amylobacter transforme d'abord l'amidon soluble en dextrine et la dextrine en glucose; il intervertit d'abord le sucre de canne par une diastase qui agit en dehors de lui : c'est toujours, en définitive, le glucose qui fermente. Il en est de même quand c'est la cellulose qui fournit à l'Amylobacter son aliment carboné; elle est d'abord amenée à l'état de dextrine, puis de glucose, et c'est encore en réalité le glucose qui fermente. Les produits de cette fermentation spéciale et nouvelle du glucose par le *Bacillus Amylobacter*, où se ramènent, comme on voit, celles de la cellulose, de l'amidon soluble, de la dextrine et du sucre de canne, feront l'objet d'un travail spécial. Disons seulement qu'il s'y dégage de l'acide carbonique et qu'il s'y produit un acide qu'il faut neutraliser par le carbonate de chaux au fur et à mesure qu'il se forme, sous peine de voir l'acidité croissante du milieu empêcher bientôt le développement de l'Amylobacter.

» Dans une pareille fermentation de glucose en train, si l'on introduit quelques tranches minces d'un organe très-altérable, d'un radis par exemple, le résultat est assez surprenant. Tant qu'il y a du sucre, les tranches de radis ne sont pas attaquées. Elles, si altérables dans l'eau pure, peuvent se conserver intactes, plusieurs semaines durant, au sein d'un liquide où pullulent les Amylobacter, si dans ce liquide on a mis beaucoup de sucre et si la fermentation est lente. Mais, attend-on la fin ou vient-on à un moment quelconque à enlever le liquide sucré et à le remplacer par de l'eau ordinaire, elles disparaissent en quelques heures. En présence de ces deux matières, le sucre et la cellulose, l'Amylobacter, puisant sa nourriture à la source la plus accessible, ne s'attaque d'abord

---

midon. Entre ces quatre êtres, il y a donc, au moins en ce qui concerne la première phase de leur action sur ces quatre sortes de substances, une spécialisation, une division du travail analogue à celle que l'on observe le long du tube digestif d'un animal supérieur. Encore ne sait-on rien, chez les animaux supérieurs, sur le mécanisme de la digestion de la cellulose, ni sur la région du tube digestif où elle s'opère et qui correspond aux Amylobacter; on voit par ce qui précède que ce que l'on connaît à cet égard au sujet de l'amidon ne peut pas être étendu purement et simplement à la cellulose.

qu'au sucre. Celui-ci épuisé, il porte son effort sur la cellulose, qui exige plus de travail.

» Cette expérience va nous permettre de décider si l'Amylobacter agit sur la cellulose par l'intermédiaire d'une diastase qu'il formerait en excès et répandrait au dehors, car, s'il en est ainsi, cette diastase de cellulose se formera tout aussi bien quand le ferment vit et se développe dans le glucose, de même que la diastase inversive se produit tout aussi bien dans ces conditions, bien qu'il n'y ait pas de sucre à intervertir; elle s'accumulera même dans le liquide, s'y trouvant sans emploi. De fines tranches de radis plongées dans une fermentation de glucose, en train depuis plusieurs jours, devront donc disparaître, ou tout au moins offrir au microscope quelque marque de dissolution. On vient de voir qu'il n'en est rien.

» Il ne paraît donc pas qu'il y ait une diastase de cellulose formée en excès par l'Amylobacter et agissant à distance en dehors de lui. Comme le montrent d'ailleurs les observations microscopiques, c'est au contact direct de l'Amylobacter avec la cellulose que se produit l'action dissolvante du premier corps sur le second. Si l'hypothèse d'une diastase s'offre naturellement à l'esprit pour expliquer cette première phase de la fermentation de la cellulose et en général des matières insolubles produites par les êtres vivants, il faut convenir que, dans ces conditions, elle est difficilement vérifiable. »

GÉODÉSIE. — *Sur la construction de la règle géodésique internationale;* par MM. H. Sainte-Claire Deville et E. Mascart.

« L'Association géodésique internationale a bien voulu confier à l'un de nous la mission de faire fabriquer en platine iridié la règle géodésique internationale; nous avons cru répondre à cette confiance par un travail complet sur les propriétés physiques et chimiques de la règle et par la recherche d'une méthode capable d'en déterminer la permanence ou la variation avec le temps.

» Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie une partie des résultats de ce travail [1].

» La règle géodésique a été préparée par MM. Johnston, Matthey, de Londres, avec du platine et de l'iridium purs. Les métaux ont été fondus

[1] Le Mémoire complet est en voie de publication dans les *Annales scientifiques de l'École Normale* (numéros de janvier et février 1879, t. VIII. Paris, Gauthier-Villars).

ensemble un grand nombre de fois. L'homogénéité parfaite du lingot a été constatée par des déterminations nombreuses de densité et des analyses dont les résultats ont toujours été concordants, sur quelque point de sa masse qu'aient été prélevés les échantillons.

» La densité a été déterminée sur deux échantillons dont l'un était un lingot pris dans la masse fondue et l'autre une masse parallélépipédique qui avait été recuite après le travail. On a ainsi obtenu pour la densité du métal à zéro, par rapport à l'eau à 4 degrés, les nombres

21,508,
20,516.

» La matière recuite à très-haute température a donc repris sensiblement la densité du métal fondu.

» L'analyse, faite sur deux échantillons pris aux deux extrémités de la règle, a donné :

	I.	II.
Platine	89,40	89,42
Iridium	10,16	10,22
Rhodium	0,18	0,16
Ruthénium	0,10	0,10
Fer	0,06	0,06
	99,90	99,96

» On en déduit :

	Proportions.	Densité à zéro.	Volume.
Platine iridié à 10 pour 100	99,33	21,575	4,603
Iridium en excès	0,23	22,380	0,010
Rhodium	0,18	12,000	0,015
Ruthénium	0,10	12,261	0,008
Fer	0,06	7,700	0,008
	99,90		4,644

Densité à zéro calculée d'après l'analyse I	21,510
Densité à zéro calculée d'après l'analyse II	21,515

qui concordent parfaitement avec les résultats des analyses.

» M. Matthey a partagé le lingot de platine préparé pour la règle géodésique en deux parties inégales. Les deux tiers de ce lingot ont été employés à la fabrication de la règle. Quant à l'autre tiers, il a été travaillé par le laminage et la soudure autogène, sous la forme de deux cylindres creux de 1 millimètre d'épaisseur, d'une longueur de $1^{m},06$ environ et de diamètres différents, terminés par des calottes hémisphériques, sur lesquels

MM. Brunner ont tracé deux traits équidistants, séparés par une longueur très-voisine du mètre des Archives.

» L'un de ces tubes est destiné à servir de témoin temporaire pour la comparaison; il a $19^{mm},04$ de diamètre extérieur. Le second, de 36 millimètres de diamètre, doit servir de témoin définitif pour la vérification ultérieure des propriétés de la matière; comme il donnera lui-même sa température par la dilatation du gaz qu'il renferme, nous l'appellerons, pour abréger, *tube thermométrique*.

» Pour jauger le tube thermométrique, nous avons employé une balance de M. Deleuil père, balance qui a servi à V. Regnault dans ses travaux sur la thermométrie et qui est sensible au dixième de milligramme sous la charge de 5 kilogrammes.

» Le tube a été pesé d'abord absolument vide de gaz, puis pesé de nouveau après qu'on l'eut rempli d'eau purgée d'air, à la température de zéro. La différence des deux opérations a donné pour le poids de l'eau contenue, dans deux expériences différentes :

$$1^{kg},0388 1227,$$
$$1^{kg},0388 1269.$$

» Les pesées de cette nature exigent plusieurs mois, parce qu'il faut étudier la marche de la balance et faire toutes les corrections dues à la température, la pression et l'état hygrométrique de l'air ambiant. On a pris comme unité de poids le kilogramme étalon de l'Observatoire, construit par Fortin.

» Le jaugeage de ce tube permettra de juger si la matière de la règle géodésique ne subit pas de variation avec le temps, car un changement d'un micron dans la distance de deux traits correspondrait à un changement de $3^{mgr},11$ dans le poids de l'eau.

» Il est donc important d'effectuer le jaugeage avec toute l'exactitude que comporte l'état actuel de la Science, et il sera nécessaire d'avoir recours à des balances qui soient soustraites à toutes les causes d'erreur qu'elles comportent habituellement. Nous avons le projet de faire construire une balance dont le fléau serait tout en acier, entouré d'une cage en fer, et qui permettrait d'effectuer les pesées dans le vide à la température constante de la glace fondante.

» Le tube témoin est placé dans une auge constamment remplie de glace. Le tube thermométrique est placé dans une auge semblable, qui peut aussi recevoir de la glace, et dans laquelle on peut faire passer la vapeur

d'un liquide quelconque en ébullition, pour obtenir des températures différentes. Ce tube est rempli d'azote et communique avec un voluménomètre d'une forme particulière, qui permet de déterminer la dilatation du gaz et la température.

» Le principe de ce nouvel appareil consiste à maintenir le gaz à pression constante, en lui faisant équilibre par la pression d'une autre masse de gaz astreinte à occuper un volume invariable dans un vase constamment entouré de glace fondante. Le gaz qui s'échappe du tube thermométrique, à mesure que la température s'élève, est mesuré à cette pression constante et à la température de zéro par le poids du mercure qu'il déplace.

» Les auges qui renferment les deux tubes sont placées sur le chariot d'un comparateur, et l'on peut amener alternativement les deux traits de chacun d'eux sous des microscopes fixes, de manière à mesurer dans chaque expérience la différence des deux longueurs. On possède ainsi tous les éléments nécessaires pour déterminer le coefficient de dilatation du tube thermométrique.

» Il pouvait rester quelques doutes sur les qualités de la méthode employée d'habitude, et en particulier par V. Regnault, pour déterminer la densité du mercure. Dans cette méthode, en effet, quels que soient les détails de l'expérience, on fait bouillir le mercure, puis l'eau, dans un vase de verre, que l'on ramène ensuite à la même température. On se trouve ainsi dans le cas d'un véritable thermomètre à mercure, et l'on peut craindre que les causes qui produisent le déplacement du zéro ne donnent lieu aussi à un changement de volume du vase dans le cours des expériences. D'autre part, le vase peut encore se déformer et changer de volume sous le poids du mercure qu'il renferme. Nous avons évité ces causes d'erreur en faisant les remplissages de liquides dans le vide et en plaçant le vase dans un bain de mercure pour compenser la pression intérieure.

» Une expérience faite sur un poids de mercure absolument pur, de 4 kilogrammes environ, a donné pour la densité du mercure à zéro, par rapport à l'eau à 4 degrés,

13,5962.

» Regnault avait trouvé

13,5959.

» Ce résultat a été contrôlé en prenant successivement dans l'eau et dans le mercure la densité d'un cylindre de platine iridié. On en déduit pour la densité du mercure à zéro la valeur

13,600,

peu différente de celle qui précède; mais la méthode comporte un plus grand nombre de corrections et, par suite, moins d'exactitude.

» La dilatation du tube thermométrique est évaluée directement au moyen d'un millimètre tracé sur le tube témoin, et, afin que les résultats soient indépendants de tout appareil de mesure et même de toute grandeur variable avec le temps, nous avons pris des dispositions pour évaluer ce millimètre en fonction de la longueur d'onde d'une lumière homogène bien définie, par exemple du thallium ou de la lithine.

» Le millimètre du témoin sera d'abord comparé avec un autre millimètre tracé sur une plaque de métal. Celui-ci sera placé ensuite dans une boîte métallique parfaitement close, dans laquelle on fera le vide et qui sera entourée de glace fondante, de manière qu'il n'y ait aucune correction à apporter aux mesures. La boîte est munie de tubulures fermées par des glaces qui laissent passer la lumière et permettent de faire les observations, et renferme divers organes pour produire les bandes d'interférence, en varier le nombre à volonté au moyen d'une vis micrométrique commandée de l'extérieur et mesurer le déplacement correspondant des surfaces entre lesquelles se manifeste le phénomène.

» Les principes que nous voulons établir, en effectuant le travail qui nous a été confié par l'Association géodésique internationale, nous paraissent devoir être adoptés dans toutes les opérations qui concernent la métrologie, ou, si l'on aime mieux, la micrométrie.

» Dans cette partie de la Science, rien ne peut être admis sans détermination précise, directe et indépendante de l'emploi de tout instrument ayant une valeur individuelle. Rien ne peut donc être considéré, en micrométrie, comme évident.

» Cependant nous admettrons comme axiome que la température de la glace est invariable avec le temps. D'après les travaux de sir William Thomson, il n'en pourrait être autrement que si la pression atmosphérique ou l'accélération due à la pesanteur changeait de telle façon que les conditions de la vie humaine cessassent d'exister sur la terre. Nous avons prouvé, par un procédé dont l'exactitude dépasse tous ceux qui ont été employés jusqu'ici, que la température de la glace fondante produite par la glace longtemps conservée dans une glacière est rigoureusement invariable.

» Nous admettrons comme axiome que la densité de l'eau est invariable avec le temps, et cela pour les mêmes raisons et sous les mêmes conditions que la fusion de la glace.

» Nous admettrons que la densité du mercure à zéro par rapport à l'eau

ne varie pas avec le temps, et que ce métal peut servir indéfiniment à mesurer les pressions des gaz qui servent de matière thermométrique. En employant le mercure seulement pour constater l'identité des pressions de deux gaz dont l'un est confiné dans un espace invariable, nous nous affranchissons des mesures du baromètre et, par suite, des corrections qu'il faut apporter à la mesure des hauteurs pour annuler l'influence de la température, de la latitude et des variations de la pesanteur.

» Nous admettrons qu'une masse de platine iridié ne perd aucune partie de sa substance par volatilisation à la température ordinaire. A la rigueur, ce principe, qui peut paraître évident, devrait être démontré; mais il est clair qu'aucun procédé de mesure ne pourrait aujourd'hui être appliqué à la détermination de la tension de vapeur du platine iridié au-dessous de 100 degrés. Cependant nous croyons utile, mais aussi pour d'autres raisons, de renfermer dans une enveloppe de verre vide d'air et fermée à la lampe la masse de platine iridié qui doit servir de témoin pour constater la variabilité ou la permanence des propriétés physiques de la règle géodésique.

» Enfin nous admettrons que la longueur d'onde du rayon rouge de la lithine ou vert du thallium est invariable avec le temps, de sorte qu'au moyen du millimètre, dont la longueur aura été exprimée par le nombre de franges qu'on peut compter entre ses deux traits extrêmes, les indications de notre micromètre seront indépendantes de toute valeur individuelle de l'instrument.

» Ainsi rien n'est laissé à la pure appréciation : tous nos instruments devront pouvoir être reproduits, perfectionnés, sans que rien manque au contrôle absolu des opérations. Les unités choisies sont invariables avec le temps, et il sera toujours possible de répéter nos expériences tant qu'on aura du platine, de l'iridium, de la glace, du mercure et les appareils nécessaires à la production des phénomènes d'interférence. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'invention des diverses dispositions de l'héliomètre.* Note de M. DE LA GOURNERIE.

« Malgré les réclamations faites en faveur de Servington Savery, les savants s'accordent à reconnaître que l'Astronomie doit l'héliomètre à Bouguer, qui l'a fait connaître par un Mémoire lu dans l'assemblée publique de l'Académie des Sciences du 24 avril 1748; mais on attribue les demi-objectifs à Dollond.

» Je suis porté à croire que cette disposition appartient à Bouguer, comme celle des objectifs entiers. On lit, en effet, dans une Lettre écrite par de Lisle à Bose le 19 janvier 1751, et publiée la même année dans la *Bibliothèque impartiale* (IIIe vol., p. 214) :

« Je n'ai pu faire les commissions que vous me demandiez des verres de lunette de 3 ou 4 pieds, pour comprendre, à ce que vous dites, deux fois ou deux fois et demie les diamètres du Soleil et de la Lune périgés. Je crois que vous entendez par là des objectifs disposés pour conserver les distances des objets célestes dans l'étendue de 2 ou 3 degrés, suivant la méthode de M. Bouguer. Si c'est dans ce dessein, je vous prie de vous expliquer, parce que ces objectifs ont besoin d'être coupés, chacun par la moitié, et que je ne sais pas si vous serez, chez vous, en état de faire construire cet instrument sans en avoir au moins un dessin. »

» Il paraît donc certain qu'un journal répandu a parlé en 1751 des demi-objectifs, en les attribuant à Bouguer. Or, la communication faite par Short, au nom de Dollond, à la Société royale de Londres est seulement du 10 mars 1853.

» Bouguer ne s'est pas arrêté à la disposition des demi-objectifs ; on lit sur le registre des délibérations de l'Académie des Sciences de 1755, à la date du 11 juin (p. 344) :

« M. Bouguer a fait voir la tête d'un héliomètre destiné à mesurer les petits angles; l'objectif y est percé au milieu d'un assez grand trou, dans lequel est placée une pièce circulaire d'un verre semblable, d'un moindre diamètre que l'ouverture; cette pièce est mobile. Lorsque les deux verres sont concentriques, on ne voit qu'une image, mais en faisant mouvoir la petite pièce on en voit deux, qui sont d'autant plus distinctes que les verres sont moins concentriques; le mouvement en est mesuré par les pas d'une vis de micromètre. »

» Cette disposition d'une couronne formant échelon sur une lentille centrale mobile me paraît intéressante. Je ne l'ai vu signaler nulle part.

» Bouguer est mort trois ans plus tard, en 1758, n'ayant écrit sur l'héliomètre que son premier Mémoire ; on peut penser qu'il avait espéré donner à cet instrument un degré de perfection auquel il n'a pu atteindre, malgré ses recherches continues. »

M. Cosson fait à l'Académie une Communication au sujet d'un commencement d'incendie qui s'est produit, le 27 janvier dernier, dans le laboratoire de son herbier, au voisinage d'une bouche de chaleur alimentée par un poêle situé à l'étage inférieur, à plus de 4 mètres de distance. On avait, il y a deux ans, constaté un commencement de carbonisation des lames du parquet exposées à l'air chaud dégagé par la bouche, entaillée dans une plaque de marbre formant la paroi antérieure d'une petite construction

en briques et en plâtre élevée au-dessus du parquet. Les lames altérées du parquet avaient été remplacées par une seconde plaque de marbre, mais cette réparation était insuffisante, le briquetage n'étant pas isolé et reposant en partie sur le parquet même. La portion du parquet et des lambourdes, ainsi en contact avec l'air chaud renfermé dans la bouche de chaleur ou dégagé par elle, bien que sans aucune communication avec le coffre de la cheminée où passe la fumée du poêle, s'est à la longue carbonisée et convertie en une véritable braise, qui, au contact de l'air, a passé de la combustion lente à une combustion active. Les faits de combustion spontanée par la carbonisation lente et l'absorption par le charbon de l'oxygène de l'air sont bien connus des savants, mais malheureusement ne le sont pas de beaucoup de constructeurs, qui s'exposent à des sinistres dont la cause reste généralement inconnue et aurait pu être facilement évitée.

M. de Lesseps fait hommage à l'Académie du quatrième Volume de sa publication intitulée « Lettres, journal et documents pour servir à l'histoire du canal de Suez ».

M. le Président l'ayant invité à ajouter quelques mots à la présentation de son Volume, M. de Lesseps s'exprime ainsi :

« Le quatrième Volume de l'Ouvrage que j'ai dédié à l'Académie comprend les années 1861, 1862, 1863 et 1864. Je rappelle que l'acte de concession du canal des deux mers m'avait été délivré à la fin de 1854. Ce fut seulement après des études faites sur les lieux jusqu'en 1858 que je me déterminai, en dehors de tout concours gouvernemental ou financier, à faire un appel de fonds au public de tous les pays. La France seule constitua le capital nécessaire. Mais la Compagnie continua à lutter, ainsi que je l'avais fait personnellement, contre les incessantes attaques d'une redoutable opposition; cette dernière finit par s'attaquer à ce qu'elle appelait le *travail forcé,* pour arriver à nous priver des moyens de mener à bonne fin nos travaux. Je prends au hasard, dans les documents du quatrième Volume, une lettre adressée à M. Layard, sous-secrétaire d'État au Foreign Office de Londres. J'ai cherché à démontrer, dans cet écrit, que les reproches de l'opposition n'étaient point fondés et que notre œuvre a toujours maintenu les principes d'humanité, de désintéressement et de libéralisme qui caractérisent les entreprises de la France.

« Paris, 23 mai 1862.

» Les interpellations qui vous ont été adressées, le 16 de ce mois, à la Chambre des Communes, ont donné lieu, pendant le débat, à des erreurs que je crois devoir rectifier,

parce qu'elles sont de nature à répandre dans le public de fausses notions sur l'entreprise à la tête de laquelle j'ai l'honneur d'être placé. Vous avez eu raison d'écarter du débat la question politique.

» La question politique, en effet, n'avait de raison d'être que si le Parlement anglais avait considéré le canal de Suez comme devant nuire aux intérêts de l'Angleterre; mais, Dieu merci, cette opinion ne pouvait prévaloir, et, cette fois encore, vous avez noblement contribué à démontrer que votre pays ne craint pas le développement de la concurrence commerciale et maritime. Vous ne pouviez, d'ailleurs, manquer de vous associer aux pensées du Ministre illustre qui a eu le bonheur de vous choisir pour son plus éminent collaborateur. Lord John Russell a-t-il laissé le moindre doute sur ses opinions en cette matière lorsque, appuyant MM. Gladstone et Milner Gibson, il soutenait la motion Roebuck, relative au canal de Suez, et prononçait ces belles et généreuses paroles :

« Notre politique, c'est de rendre le commerce aussi libre que possible; c'est une poli-
» tique juste et généreuse, mais je crois que c'est en même temps la politique la plus utile pour
» l'Angleterre de nous résigner nous-mêmes à la concurrence qui doit accroître le commerce
» du globe, et j'ai la pleine confiance que l'Angleterre n'a pas le moins du monde à souffrir
» de cette concurrence... De quel droit le pouvoir exécutif, chez nous, viendrait-il priver
» les sujets de la reine des avantages qui pourraient leur être offerts de cette façon?...
» J'apprécie très-haut la force de l'argument qu'a développé le très-honorable représentant
» de l'Université d'Oxford (M. Gladstone). L'opposition faite au canal de Suez est de
» nature à entretenir l'opinion trop répandue en Europe que, poussés par nos intérêts
» égoïstes et notre jalousie commerciale, nous sommes prêts à sacrifier ou à entraver le
» commerce de toutes les nations. Je crois que cette accusation n'est pas juste, mais je
» ne voudrais pas qu'elle pût devenir exacte. »

» Ce n'est point l'exécution de l'entreprise du canal de Suez que l'on attaque, c'est ce que l'on appelle le *travail forcé* en Égypte.

» En admettant que le travail forcé fût une coutume ou une institution égyptienne, un gouvernement étranger a-t-il le droit d'intervenir dans les affaires intérieures du gouvernement de l'Égypte?

» Le principe de l'esclavage est établi en Amérique. L'Angleterre s'est-elle jamais hasardée à peser sur le gouvernement de Washington pour lui demander l'abolition de l'esclavage? Jusqu'à notre époque, il y avait 40 millions de serfs en Russie. L'Angleterre a-t-elle jamais tenté d'exprimer le moindre mécontentement à la Russie parce qu'elle maintenait le servage?

» L'Espagne est un pays dont les lois n'admettent la propagation d'aucun autre culte que celui de la religion catholique. L'Angleterre est un pays protestant. Plusieurs citoyens espagnols ont été condamnés devant les tribunaux pour avoir pratiqué ou enseigné la religion réformée. On s'en est plaint au Parlement. Qu'a répondu fort sagement lord Palmerston? Que c'était là une question de législation intérieure, dans laquelle, par conséquent, il ne pouvait intervenir officiellement auprès du gouvernement espagnol.

» Dans ces trois circonstances, il s'agissait pourtant des principes les plus chers à l'Angleterre : la liberté de l'homme et la liberté des cultes.

» Pourquoi l'Angleterre s'est-elle toujours abstenue à Washington et à Saint-Pétersbourg?

Pourquoi a-t-elle montré tant de réserve à Madrid? Et pourquoi lui recommanderait-on une conduite tout opposée au Caire?

» Il est un pays, jouissant des avantages de la civilisation la plus avancée, où se passent les faits suivants :

« Les enfants d'un âge tendre sont engagés comme apprentis par leurs parents, qui
» reçoivent le salaire stipulé dans le contrat, et l'apprentissage, à quelque époque qu'il
» commence, dure jusqu'à vingt et un ans. Des magistrats obligent les enfants à observer
» l'engagement par lequel ils sont liés toutes les fois qu'ils y résistent, quoique leur
» consentement n'ait jamais été demandé. L'apprenti fait partie de la propriété du maître
» tant qu'il est au-dessous de vingt et un ans. Les héritiers du maître en héritent, en cas
» de mort de celui-ci. Tel de ces apprentis a été acheté à un homme par un autre homme,
» pour le prix de 12 francs. Il n'est pas rare que, appartenant à un propriétaire sans argent,
» celui-ci le loue et reçoive le prix de son travail excédant le salaire qu'il doit aux parents.
« L'apprenti est puni par des coups et par la privation de nourriture. »

» Ce tableau a été tracé par l'un des écrivains les plus populaires de l'Angleterre, et le pays qui lui en a fourni le sujet, c'est l'Angleterre.

» Vous savez mieux que moi, vous qui avez défendu avec tant d'éclat et de chaleur la cause des Hindous, tout ce que je pourrais dire sur l'état des travailleurs dans les possessions anglaises de l'Inde, si je voulais consulter vos discours et vos écrits.

» Pourtant si, au nom de la civilisation et de l'humanité, la France se permettait de se mêler de ces questions douloureuses, par ses agents ou par des observations officielles, quelle juste irritation cette ingérence ne soulèverait-elle pas en Angleterre! Pourquoi, si vous avez le droit d'intervenir en faveur des fellahs d'Égypte, d'autres pays n'auraient-ils pas le droit d'intervenir en faveur des apprentis de vos industriels et des ryots de l'Hindoustan?

» C'est que, tout en sentant le besoin de remédier à de pareils abus, les gouvernements et les peuples doivent, avant tout, avoir un respect réciproque de leur dignité et de leur indépendance; et une intervention irrégulière, bien loin d'adoucir ces plaies, n'est propre qu'à les envenimer.

» Cependant, en ce qui me concerne, je n'admets pas une fin de non-recevoir dans une question d'humanité. On incrimine la Compagnie de Suez et le gouvernement égyptien. Je suis prêt à les défendre.

» Moins qu'aucun autre pays, l'Angleterre est en droit de nier le droit qu'a l'Égypte de lever des ouvriers pour les travaux d'utilité publique. C'est par ce mode de recrutement qu'a été construit, sous le vice-roi Abbas-Pacha, le chemin de fer d'Alexandrie au Caire, grâce à la pression et à l'insistance des agents britanniques. C'est par ce mode de recrutement, et sous les mêmes influences, que ce chemin, si désiré par l'Angleterre, a été prolongé du Caire à Suez. C'est ainsi encore que, récemment, de fortes tempêtes ou des débordements du Nil ayant occasionné d'énormes dégâts à cette voie ferrée, des armées d'ouvriers ont été rassemblées. Le chiffre s'en est élevé, il y a peu de mois, à 50000 hommes, réunis en si grand nombre pour empêcher une longue interruption dans le service du transport des malles entre l'Inde et l'Angleterre.

» Je ne parle pas des souffrances causées par la précipitation de ces rassemble-

ments dans des solitudes, où tous les approvisionnements n'avaient pas été préparés à l'avance, comme ils l'ont été pour les opérations du canal de Suez. L'urgence parlait et l'Angleterre aussi. Mais certes, après de tels faits, ce n'est point en Angleterre qu'on peut prétendre que le gouvernement égyptien n'a pas un droit que l'Angleterre a si souvent invoqué, exploité, et, en quelque sorte, imposé.

» Ce point étant établi, l'action du gouvernement pour la réunion d'un grand nombre de travailleurs était indispensable en Égypte, comme dans le reste de l'empire ottoman; la négation de cette faculté n'étant que la négation de la possibilité de l'exécution de toute œuvre d'utilité publique dans les pays orientaux, il reste à examiner si, au point de vue de l'intérêt général, et surtout au point de vue de l'humanité, tout n'a pas été combiné, dans les arrangements contractés entre la Compagnie et le vice-roi, pour le bien-être des fellahs et pour le perfectionnement des conditions du travail demandé à la population égyptienne.

» Vous avez parlé, cher monsieur, du traité conclu entre Son Altesse et la Compagnie du canal, dans le but de prévenir la trop grande affluence des étrangers en Égypte, et d'assurer aux travaux les bras qui leur sont nécessaires. J'ajouterai que cet arrangement a eu pour cause déterminante l'intention d'enlever à votre gouvernement l'une de ses inquiétudes : celle de voir la Compagnie menacer l'indépendance égyptienne par une agglomération considérable de travailleurs européens. Le gouvernement égyptien est lié par ce contrat, qui est l'une des bases sur lesquelles les actionnaires ont été appelés à souscrire. Son inexécution serait le seul cas qui pourrait autoriser notre gouvernement à intervenir en faveur des capitaux français compromis et déçus. Or, vouloir contraindre le vice-roi ou le pousser à ne pas remplir ses engagements à ce sujet, ce serait justement provoquer et faire naître, de la part de la France, la raison légitime et le devoir d'une intervention qui semble si redoutée de l'autre côté du détroit.

» Le vice-roi a minutieusement sauvegardé, dans les règlements relatifs aux ouvriers du canal de Suez, toutes les questions d'humanité. Il leur a assuré un salaire supérieur à la paye ordinaire, ainsi qu'une bonne nourriture. Il les a mis à l'abri des châtiments corporels. Non-seulement ils doivent être soignés gratuitement s'ils sont malades, mais encore ils touchent, dans ce cas, la moitié de leur salaire. L'Europe entière, quand ce règlement a été publié, a applaudi à la sollicitude dont on y a fait preuve. Personne ne s'est hasardé à le critiquer, et, devant le texte de cet acte, la malveillance n'a plus qu'une ressource : celle de faire croire à son inexécution.

» Il n'y a rien de vrai dans cette assertion que, sous une forme ou dans une proportion quelconque, les salaires des hommes aient été retenus par la Compagnie pour être versés, soit en argent, soit en compte, entre les mains du vice-roi.

» Les hommes ont toujours été directement et personnellement payés. Ils ont toujours été payés en argent et non en papier. Ils ont toujours été payés sur les lieux où ils avaient travaillé. Il n'y a donc aucune espèce de réalité ni de vraisemblance dans le récit par lequel on a fait croire que nos ouvriers avaient des voyages à entreprendre pour réaliser leur paye et qu'ils étaient livrés aux usuriers du Caire. Il n'est pas vrai que les entrepreneurs aient interrompu leurs payements, et que jamais un ouvrier ait été licencié sans que son compte fût réglé et soldé. Voilà ce que je vous affirme et ce que je suis prêt à prouver, s'il y a lieu, contre tout contradicteur.

» Les faits parlent d'eux-mêmes. Il est mort jusqu'ici dans l'isthme deux hommes sur dix mille. C'est une mortalité beaucoup moindre que dans tout le reste de l'Égypte. Cependant les fellahs se mêlent peu à peu à notre civilisation. Vous craignez que nous ne leur apportions la misère; nous leur apportons des millions en salaires, qui iront se répandre dans les campagnes, et qui, dans un temps donné, atténueront, nous l'espérons, l'horrible usure qui est une plaie de l'Égypte. Nous élevons progressivement le fellah à la dignité de l'ouvrier libre. Nous aidons Mohammed-Saïd à achever son œuvre de civilisation. On accuse ce prince; on le calomnie même. Cependant qu'a-t-il fait?

» Il a rendu aux fellahs la liberté de la culture; il leur a rendu la libre disposition de leurs produits. Ils étaient serfs, il les a détachés de la glèbe; il leur a distribué des terres du gouvernement; il a supprimé les monopoles sous lesquels ils gémissaient. Par son arrangement avec la Compagnie universelle, il a augmenté la somme de leur travail, il a multiplié les sources du salaire, il a été leur émancipateur à un degré inconnu dans les annales de l'Égypte; et c'est pourtant cet émancipateur des fellahs qu'en Angleterre des esprits honnêtes, mais mal informés, voudraient faire passer pour leur oppresseur!

» Enfin, on vous a rapporté que nos dépenses jusqu'à ce jour s'élevaient au quart de notre capital, c'est-à-dire à 50 millions. Elles s'élèvent à moins de 40 millions. On ne vous a pas dit que de cette somme de dépenses il fallait encore déduire les nombreux approvisionnements accumulés dans nos magasins, et qui représentent une quantité donnée de travaux à accomplir, puisqu'ils sont destinés à nourrir les futurs travailleurs. On ne vous a pas dit qu'il en fallait déduire aussi le fonds de roulement assez considérable qui doit toujours exister dans la caisse de notre agence supérieure d'Alexandrie. On ne vous a pas dit qu'il en fallait retirer encore les 2 millions et demi employés dans des achats d'immeubles productifs, avantageux à la Compagnie, et qui sont un placement et non une dépense. On ne vous a pas dit, enfin, que les frais de premier établissement étaient une des principales charges d'une entreprise de cette nature, surtout dans un désert où il fallait tout transporter, et que ces frais devaient se répartir sur l'ensemble et le prix de revient de toute l'opération. On ne vous a pas dit que, préalablement à l'exécution du travail, il fallait construire ou acheter un énorme matériel qui allégerait la dépense de l'avenir, tandis qu'il pèse sur les dépenses actuelles. On ne vous a pas dit que nous avions fondé sur les bords de la Méditerranée une ville de quatre mille habitants, pourvue d'immenses ateliers et de mécanismes de toute sorte qui doivent servir et fonctionner jusqu'à la fin des opérations. On ne vous a pas dit que nous avions porté le Nil au désert, que nous avions assuré le transport économique de tous nos matériaux et de tous nos approvisionnements, que notre organisation est complète pour soutenir, alimenter et fournir d'instruments de tous genres une armée pacifique de quarante mille travailleurs. Nous croyons, au contraire, avoir beaucoup fait, quoiqu'il nous reste beaucoup à faire.

» Nous avons commencé par semer, nous commençons à recueillir; nous sommes loin d'avoir à nous plaindre des résultats acquis, et je ne pense pas avoir à vous ajourner à longtemps pour en voir de plus grands encore, quoique j'avoue que nos frais généraux eussent pu être plus rapidement productifs, si nous n'avions été, pendant des années, gênés et entravés par la malheureuse opposition de quelques-uns de vos hommes d'État; mais ce n'est pas sur nous que le blâme en peut retomber.

» Quant à moi, je n'hésite pas à exprimer toute ma confiance que nos prévisions sur les résultats définitifs de la dépense seront justifiées par l'événement.

» Si l'Angleterre est intéressée au succès du percement de l'isthme, ce n'est pas du moins par son argent. Pourquoi donc chercher à jeter, par des hypothèses ou des doutes arbitraires, du discrédit sur une entreprise si utile?

» Marchons avec cordialité et union vers le but auquel nos deux peuples aspirent et qu'ils doivent atteindre. Vous êtes, plus que personne, fait pour entendre cet appel adressé à la concorde et à la fraternité pour le bien de la civilisation, pour la diffusion des lumières et des richesses dans le monde. »

» M. Layard, auquel cette Lettre a été adressée, est le savant voyageur archéologue qui est aujourd'hui ambassadeur d'Angleterre à Constantinople. Il a beaucoup contribué à éclairer ses compatriotes, à l'époque de leur opposition au canal de Suez. Toutes les fois qu'un savant s'occupe d'une question, il le fait avec honneur et loyauté. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *Bienaymé* (¹).

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 66,

M. L. Lalanne obtient.	44	suffrages,
M. Bertin »	9	»
M. Gruner »	9	»
M. Bischoffsheim »	4	»

M. L. Lalanne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. Mathieu adresse une rectification à sa démonstration du théorème de Fermat.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Hermite, Serret.)

M. Rouault demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat

(¹) Voir, à la fin de ce numéro, page 248, la liste de candidats qui avait été présentée par la Commission.

l'Atlas qu'il a présenté le 16 septembre dernier, et qui est relatif à la reproduction d'un grand nombre d'éponges fossiles recueillies dans les terrains siluriens de la Bretagne.

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du tableau général des mouvements du cabotage en 1877.

M. **A. Marre** fait remarquer que le manuscrit n° 25308 de la Bibliothèque nationale, auquel il a emprunté le fragment de Lettre inédite qu'il a adressé à l'Académie le 13 janvier dernier, n'est point une « correspondance du marquis de l'Hospital ». Ce manuscrit est intitulé « Sections coniques » et provient de l'ancien fonds de l'Oratoire; rien ne pouvait faire soupçonner qu'il renfermât la pièce dont M. Marre a donné seulement un court extrait. M. Marre ajoute qu'il vient de retrouver cette même pièce dans un autre manuscrit de la Bibliothèque nationale, catalogué sous le n° 24235 (168 de l'Oratoire), et intitulé « Éléments de Mathématiques ».

M. **C. Henri** fait remarquer, à propos de ce même fragment, que le titre complet du manuscrit en question est « Traité des sections coniques du marquis de l'Hospital, avec additions du P. Malebranche ». Dès lors, selon M. Henri, tous les théorèmes qui ne se trouvent pas dans le Livre du marquis de l'Hospital doivent être attribués au P. Malebranche; c'est donc à Malebranche que reviendrait la démonstration dont il s'agit.

M. **Simonnet** adresse un Mémoire sur les conditions de l'existence d'un nombre déterminé de racines communes à deux équations données.

Tandis que les auteurs qui ont traité cette question et se sont occupés de l'élimination ont cherché à éviter la considération du plus grand commun diviseur et ont employé de préférence des procédés fondés sur l'élimination, M. Simonnet calcule directement un quelconque des restes successifs des divisions auxquelles conduit la recherche du plus grand commun diviseur entre les premiers membres des deux équations

données, en supposant que les différences entre les degrés de deux restes consécutifs soient des nombres entiers quelconques. Les coefficients d'un reste R_i de degré i sont, après suppression d'un facteur commun λ_i dont l'expression est calculée, des déterminants exprimés en fonction des coefficients des équations proposées. La base de ces calculs est une formule de décomposition des déterminants, qui se déduit de l'identité générale suivante :

Soient $A = \Sigma \pm a_{1,1} a_{2,2} \ldots a_{m,m}$ et $B = \Sigma \pm b_{1,1} b_{2,2} \ldots b_{n,n}$, $m > n$ deux déterminants; si l'on désigne par $B_{k,s}$ le résultat de la substitution des n premiers éléments de la $k^{\text{ième}}$ ligne de A à la place de la $s^{\text{ième}}$ ligne de B, par $\alpha_{i,r}$ les mineurs de A par rapport aux éléments de la $r^{\text{ième}}$ colonne et par $\beta_{k,r}$ le mineur de B par rapport au $r^{\text{ième}}$ élément de la $k^{\text{ième}}$ ligne, on a identiquement

$$\alpha_{1,r} B_{1,k} + \alpha_{2,r} B_{2,k} + \ldots + \alpha_{m,r} B_{m,k} = A \beta_{k,r},$$

en considérant $\beta_{k,r}$ comme nul quand r est plus grand que n.

Dans le second paragraphe de son Mémoire, M. Simonnet fait une application de sa formule à la transformation des conditions connues et montre leur équivalence avec de nouvelles conditions, exprimées en égalant à zéro les coefficients de la plus haute puissance de chacun des restes qui suivent le plus grand commun diviseur. Enfin, dans la dernière partie, il calcule de nouveau l'expression des facteurs communs λ_i au moyen de la relation

$$\lambda_i \lambda_{i+1} = U^2_{0,i+1},$$

qui existe entre les facteurs communs relatifs à deux restes consécutifs, et en déduit l'expression exacte d'un reste quelconque en fonction des coefficients des équations proposés, déjà calculée directement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques invariants des équations différentielles linéaires.* Note de M. LAGUERRE.

« 1. Soit une équation différentielle linéaire du $n^{\text{ième}}$ ordre

$$A \frac{d^n y}{dx^n} + n B \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \frac{n(n-1)}{1.2} C \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + n K \frac{dy}{dx} + L y = 0;$$

la lettre A représente ici l'unité et n'est introduite que pour mettre mieux

en évidence les rapports qui existent entre les invariants de l'équation différentielle et les covariants de la forme algébrique correspondante

$$\mathrm{Y} = \mathrm{A}\lambda^n + n\mathrm{B}\lambda^{n-1}\mu + \frac{n(n-1)}{1.2}\mathrm{C}\lambda^{n-2}\mu^2 + \ldots + n\mathrm{K}\lambda\mu^{n-1} + \mathrm{L}\mu^n.$$

Comme j'emploierai parfois la notation de Lagrange pour désigner les dérivées d'une fonction, les diverses quantités A', A'', A''', ..., quand je croirai devoir les introduire, devront être regardées comme identiquement nulles.

» 2. Les équations différentielles linéaires peuvent être transformées de deux façons différentes, en posant d'abord $x = f(z)$, ce qui change la variable, puis en posant $y = \mathrm{V}(z)u$, ce qui change la fonction inconnue.

» Certaines fonctions des coefficients d'une équation différentielle ne constituent des invariants de cette équation que relativement à l'un de ces modes de transformation. On peut, pour éviter toute confusion, les désigner sous le nom de *semi-invariants;* dans cette Note, je m'occuperai spécialement des semi-invariants qui sont relatifs aux changements de fonction.

» 3. On sait que l'on peut toujours, en posant $y = zu$, faire disparaître le second terme d'une équation différentielle linéaire, z désignant l'invariant de M. Liouville $e^{-\int\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}dx}$; cette transformation ne peut évidemment se faire que d'une seule façon.

» Il en résulte que, si l'on désigne par

$$\frac{d^n u}{dx^n} + \frac{n(n-1)}{1.2}\mathrm{H}\frac{d^{n-2}u}{dx^{n-2}} + \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\Theta\frac{d^{n-3}u}{dx^{n-3}} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2.3.4}\mathrm{Z}\frac{d^{n-4}u}{dx^{n-4}} + \ldots = 0$$

l'équation transformée, les fonctions H, Θ, Z, ... sont des semi-invariants de l'équation différentielle donnée. Ces semi-invariants présentent d'ailleurs la plus grande analogie avec les *covariants associés à la forme* Y [1].

» 4. En effectuant les calculs, on trouve aisément

$$\mathrm{H} = \mathrm{AC} - \mathrm{B}^2 - (\mathrm{AB}' - \mathrm{BA}'),$$
$$\Theta = \mathrm{A}^2\mathrm{D} - 3\,\mathrm{ABC} + 2\mathrm{B}^3 - (\mathrm{AB}'' - \mathrm{BA}''), \quad \ldots.$$

---

[1] Hermite, *Second Mémoire sur la théorie des fonctions homogènes à deux indéterminées* (*Journal de Crelle*, t. 52, p. 25).

» Le semi-invariant H est corrélatif du hessien de la forme Y; il jouit des propriétés suivantes :

» 1° Il reste invariable quand on change la fonction inconnue.

» 2° Il conserve également la même valeur quand on considère l'équation adjointe de Lagrange.

» 3° Si l'on effectue la transformation la plus générale, en posant d'abord $x = f(z)$, puis $y = V(z)u$, en désignant par H_0 le semi-invariant relatif à la transformée, on a

$$H_0 = \left(\frac{dx}{dz}\right)^4 \left\{ \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 H - \frac{n+1}{6}\left[\frac{dz}{dx}\frac{d^3z}{dx^3} - \frac{3}{2}\left(\frac{d^2z}{dx^2}\right)^2\right]\right\}.$$

» 5. Si l'on veut obtenir une transformée pour laquelle H_0 soit nul, on doit intégrer l'équation

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 H - \frac{n+1}{6}\left[\frac{dz}{dx}\frac{d^3z}{dx^3} - \frac{3}{2}\left(\frac{d^2z}{dx^2}\right)^2\right] = 0,$$

qui, en posant

$$\frac{dz}{dx} = \frac{1}{\omega^2},$$

se réduit à une équation linéaire du second ordre. Cette équation étant intégrée et la substitution $x = f(z)$ ayant été déterminée de telle sorte que H soit nul, faisons un changement de fonction de telle sorte que le second terme de l'équation disparaisse; l'invariant H demeurera nul, et sa valeur montre que, B étant nul, C l'est également. On obtient donc une transformée dans laquelle le deuxième terme disparaît ainsi que le troisième, et il suffit, pour opérer cette réduction, d'intégrer d'abord une équation linéaire du second ordre, puis d'effectuer une quadrature.

» 6. Comme application de ce qui précède, considérons l'équation linéaire du troisième ordre. En appelant I l'invariant de cette équation, dont j'ai donné la valeur dans ma précédente Communication, on a

$$I = \Theta - \tfrac{3}{2}H'.$$

» Quand $I = 0$, on voit que, si H est nul, il en est de même de Θ; donc les équations linéaires du troisième ordre, pour lesquelles l'invariant I est nul, sont réductibles à l'équation type

$$(1) \qquad \frac{d^3u}{dz^3} = 0;$$

d'où les conséquences suivantes, que j'avais, du reste, déjà énoncées :

» 1° L'intégration de ces équations se ramène à l'intégration d'une équation du second ordre.

» 2° Les intégrales de l'équation (1) étant respectivement 1, z, z^2, quantités entre lesquelles a lieu l'identité

$$(z)^2 = z^2 \times 1,$$

il y a entre les intégrales d'une équation dont l'invariant I est nul une relation homogène du second degré et à coefficients constants.

» 3° Réciproquement, si une pareille relation existe entre les intégrales d'une équation du second ordre, on peut la mettre sous la forme

$$uv - w^2 = 0,$$

u, v et w désignant trois de ces intégrales convenablement choisies. Par une transformation générale, on peut donc obtenir une équation dont les intégrales soient 1, z et z^2; en d'autres termes, l'équation est réductible au type

$$\frac{d^3u}{dz^3} = 0,$$

et son invariant I est identiquement nul. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps qui se déplace et se déforme en restant homothétique à lui-même.* Note de M. G. FOURET.

« Dans ces dernières années, M. Durrande a publié [1] une série de recherches importantes sur le mouvement d'un corps qui se déplace en se déformant homographiquement. De son côté, M. Grouard a donné [2] des résultats d'un certain intérêt sur le déplacement d'un corps constamment semblable à lui-même. En particularisant davantage ce genre d'études et me bornant au cas d'une déformation homothétique, je crois être parvenu, pour ce cas spécial, à des résultats nouveaux, que je vais indiquer en quelques lignes.

» Considérons dans l'espace un corps passant d'une position (A) à une

---

[1] *Comptes rendus*, séances des 18 septembre 1871, 6 mai et 11 novembre 1872. — *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, t. III et IV.

[2] *Bulletin de la Société philomathique*, séances des 22 avril et 20 mai 1865, des 20 février et 7 mai 1870, du 22 mars 1873.

position infiniment voisine (A′), en restant homothétique à lui-même; les droites joignant les divers points de (A) aux points homologues de (A′) concourront en un même point I, que nous appellerons *centre instantané d'homothétie*. En désignant en outre par m et m' les deux positions successives d'un même point du corps, le rapport $\frac{mm'}{\mathrm{I}m}$ sera constant, quel que soit ce point. De là on conclut ce premier théorème :

I. *Lorsqu'un corps se déplace en restant homothétique à lui-même, les tangentes aux trajectoires de ses divers points, prises à un même instant, concourent en un même point* I, *et les vitesses des points du système sont proportionnelles à leur distance à ce point* I.

» Nous appellerons *ligne centrale d'homothétie* la ligne décrite pendant le mouvement du corps par le centre instantané d'homothétie. Soient

$$(1)\qquad \xi = \varphi(t), \quad \eta = \psi(t), \quad \zeta = \chi(t)$$

les coordonnées du centre instantané en fonction du temps, par rapport à un système d'axes rectangulaires pris arbitrairement. Si l'on désigne par x, y, z les coordonnées au même instant d'un point quelconque du corps, on aura

$$(2)\qquad \frac{\frac{\partial x}{\partial t}}{x-\xi} = \frac{\frac{\partial y}{\partial t}}{y-\eta} = \frac{\frac{\partial z}{\partial t}}{z-\zeta} = \frac{v}{d} = \rho,$$

v désignant la vitesse du point considéré, d sa distance au centre d'homothétie et ρ un paramètre fonction du temps

$$(3)\qquad \rho = \pi(t).$$

» La loi du mouvement de chacun des points du système s'obtient en intégrant les équations linéaires

$$(4)\qquad \frac{\partial x}{\partial t} - \rho x + \rho\xi = 0, \quad \frac{\partial y}{\partial t} - \rho y + \rho\eta = 0, \quad \frac{\partial z}{\partial t} - \rho z + \rho\zeta = 0.$$

Cette intégration se fait immédiatement et donne

$$(5)\qquad \begin{cases} x = \lambda\left(x_0 - \displaystyle\int_{t_0}^{t} \frac{\rho\xi}{\lambda}\,dt\right), \\ y = \lambda\left(y_0 - \displaystyle\int_{t_0}^{t} \frac{\rho\eta}{\lambda}\,dt\right), \\ z = \lambda\left(z_0 - \displaystyle\int_{t^0}^{t} \frac{\rho\zeta}{\lambda}\,dt\right), \end{cases}$$

en posant, pour abréger,

$$\lambda = e^{\int_{t_0}^{t} \rho\, dt}. \tag{6}$$

» En différentiant les équations (4), on trouve facilement qu'il existe à chaque instant, dans le système mobile, un point dont l'accélération totale est nulle. Ce point, qu'on peut appeler pour cette raison *centre des accélérations,* a pour coordonnées

$$\xi_1 = \xi + \varepsilon \frac{\partial \xi}{\partial t}, \quad \eta_1 = \eta + \varepsilon \frac{\partial \eta}{\partial t}, \quad \zeta_1 = \zeta + \varepsilon \frac{\partial \zeta}{\partial t}, \tag{7}$$

ε étant une fonction de t définie par la relation

$$\frac{1}{\varepsilon} = \rho + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial t}. \tag{8}$$

» Ce centre des accélérations O_1 est situé sur la tangente en I à la ligne centrale ; il jouit de la propriété suivante :

» II. *A un même instant quelconque, les accélérations des divers points du système passent par un même point* O_1, *centre des accélérations, situé sur la tangente en* I *à la ligne centrale. Ces accélérations sont proportionnelles aux distances de* O_1 *aux points auxquels elles s'appliquent.*

» Ce théorème est compris dans le suivant :

» III. *A un même instant quelconque, les accélérations du* $n^{\text{ième}}$ *ordre des divers points du système passent par un même point* O_n, *centre des accélérations du* $n^{\text{ième}}$ *ordre. Ces accélérations sont proportionnelles aux distances de* O_n *aux points auxquels elles s'appliquent.*

» Voici encore quelques résultats :

» IV. *Pour chaque position du système mobile, les plans osculateurs des trajectoires des divers points du corps se coupent suivant une même droite, qui n'est autre que la tangente correspondante de la ligne centrale.*

» V. *A chaque instant, les projections des accélérations normales des divers points du système sur la tangente correspondante de la ligne centrale sont égales.*

» Cette dernière propriété est une conséquence de la relation suivante : en désignant par v la vitesse d'un point quelconque du corps, par u la

vitesse au même instant du centre instantané d'homothétie, par γ l'angle formé par les directions de ces vitesses, et par R_c le rayon de courbure de la trajectoire du point considéré, on a

$$(9) \qquad \frac{v^2}{R_c \sin\gamma} = \rho u,$$

ρ étant le paramètre que nous avons défini précédemment.

» Les rayons de torsion des trajectoires sont également liés entre eux par une relation fort simple : appelons d la distance d'un point quelconque du système au centre instantané, R_t le rayon de torsion de la trajectoire de ce point, θ l'angle du plan osculateur de cette courbe avec le plan osculateur correspondant de la ligne centrale, ω la vitesse angulaire de la tangente à la ligne centrale, on a

$$(10) \qquad \frac{R_t \sin\theta}{d \sin\gamma} = \frac{\rho}{\omega}.$$

» De cette relation on tire la conséquence suivante :

» VI. *Si l'une des trajectoires du corps est plane, toutes les autres le sont également.*

» Nous comptons publier ultérieurement les démonstrations, avec quelques autres résultats que nous omettons dans ce premier aperçu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration, sous forme finie, de trois espèces d'équations différentielles linéaires à coefficients quelconques.* Note de M. D. **André**, présentée par M. Hermite.

« Soit une équation différentielle linéaire sans second membre, d'ordre quelconque, à coefficients quelconques, relative à une fonction Y d'une seule variable x, et telle qu'en la différentiant assez de fois, puis faisant $x = 0$ dans le résultat du calcul, on arrive à une équation de cette forme régulière

$$A_0 F(n) Y_0^{(n)} + A_1 F(n-1) Y_0^{(n-1)} + \ldots + A_k F(n-k) Y_0^{(n-k)} = 0,$$

qui subsiste pour toutes les valeurs de n supérieures à un entier déterminé,

dans laquelle $Y_0^{(n)}, Y_0^{(n-1)}, \ldots, Y_0^{(n-k)}$ représentent, pour $x = 0$, les dérivées d'ordre $n, n-1, \ldots, n-k$ de la fonction Y, où $F(n)$ est une fonction quelconque de n, et où les coefficients A, ainsi que l'entier k, sont indépendants de n, c'est-à-dire constants.

» Évidemment une pareille équation différentielle n'est point une équation quelconque; mais, si on la regarde comme un type, toutes celles qui se rapportent à ce type constituent, dans la grande classe des équations différentielles linéaires, un genre intéressant et vaste, lequel contient une infinité d'espèces, caractérisées chacune par une forme particulière de la fonction $F(n)$. Pour donner une idée de l'étendue de ces espèces, il suffira de faire remarquer que c'est dans l'une d'elles que rentrent, pour n'y former qu'une simple variété, toutes les équations différentielles linéaires à coefficients constants.

» Pour toutes les équations différentielles de ce genre, l'intégration, sous forme finie, se ramène à la sommation des séries entières dont le terme général V_n est défini par l'égalité

$$V_n = \frac{v_n}{n!\,F(n)}\,x^n,$$

$F(n)$ ayant la même signification que précédemment, et v_n étant le terme général d'une série récurrente proprement dite quelconque. Dès que l'on sait sommer l'espèce de ces séries qui répond à une certaine forme de $F(n)$, on sait intégrer, sous forme finie, l'espèce d'équations différentielles qui répond à la même forme de cette même fonction.

» Partant des séries de ce genre que l'on sait actuellement sommer, je suis parvenu à intégrer, sous forme finie, trois espèces d'équations différentielles linéaires appartenant au genre considéré. Ce sont les trois espèces caractérisées respectivement par les trois égalités

$$F(n) = \frac{1}{n!\,f(n)},$$

$$F(n) = \frac{(n+s)!}{n!\,f(n)},$$

$$F(n) = \frac{(n+s)(n+s+1)\ldots(n+s+t-1)}{n!\,f(n)},$$

dans lesquelles t est un entier supérieur à zéro, s un entier positif, nul ou négatif, et $f(n)$ un polynôme quelconque entier par rapport à n et par

rapport à des exponentielles de la forme a^n. C'est dans la deuxième de ces trois espèces que rentrent, à titre de simple variété, les équations différentielles linéaires à coefficients constants.

» Les équations différentielles de la première de ces trois espèces admettent une intégrale composée uniquement de fonctions algébriques rationnelles; celles de la deuxième, une intégrale composée de fonctions algébriques rationnelles et d'exponentielles de la forme a^x; celles de la troisième, une intégrale composée de fonctions algébriques rationnelles et de logarithmes de la forme $L(1 - ax)$.

» Cette intégrale est d'ordinaire l'intégrale générale de l'équation différentielle considérée. Grâce aux formules données dans le Mémoire que je résume ici, elle s'écrit directement, sous forme finie et bien explicite, par des calculs simples, réguliers, exempts de tout tâtonnement.

» A la vérité, pour les équations différentielles de la deuxième et de la troisième espèce, ces calculs exigent la résolution de l'équation

$$A_0 x^k + A_1 x^{k-1} + \ldots + A_k = 0,$$

qu'on peut appeler l'équation caractéristique de l'équation différentielle considérée. La nécessité de résoudre cette équation existait déjà pour les équations différentielles linéaires à coefficients constants, lesquelles rentrent d'ailleurs dans la deuxième des trois espèces qui précèdent.

» Mais, dans la première de ces trois espèces, il se présente ce fait très-remarquable, savoir : que l'intégrale peut s'écrire immédiatement, sans qu'on ait besoin de résoudre au préalable ni l'équation caractéristique correspondante, ni absolument aucune équation d'un degré supérieur au premier.

» La méthode d'intégration dont je viens, dans la présente Note, d'indiquer le principe et les résultats fait l'objet d'un Mémoire où je l'expose avec détails et l'applique à plusieurs exemples. Cette méthode d'intégration me semble nouvelle : elle donne l'intégrale sous forme finie; elle est, pour le moins, aussi pratique que la méthode d'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients constants, et il est clair qu'elle présente une beaucoup plus grande généralité. »

STATISTIQUE. — *Extension du système métrique des poids et mesures; développement de systèmes monétaires conformes ou concordants, dans les divers États du monde civilisé.* Note de M. DE MALARCE, présentée par M. Tresca.

« Ce travail est basé sur les textes mêmes des lois, conventions et rapports officiels des divers États, et sur les commentaires qui ont été produits au Congrès international tenu à Paris en septembre dernier.

» I. *Poids et mesures.* — Les deux Tableaux statistiques montrent :

» 1° Que le système métrique décimal est, en 1879, établi légalement et obligatoirement dans dix-huit États, comprenant une population de 236,6 millions d'habitants; 2° qu'il est légalement admis à titre facultatif dans trois États, comprenant une population de 75,5 millions d'habitants; 3° qu'il est admis en principe, ou partiellement pour les douanes, dans cinq États, comprenant une population de 343,6 millions d'habitants; 4° que, au total, le système métrique décimal est établi obligatoirement, ou à titre facultatif, ou en principe, dans vingt-six États, comprenant 655 millions d'habitants.

» Quatre États ont des systèmes divers, décimaux quant aux multiples et aux divisions, mais basés sur une unité autre que le mètre : ils comprennent 471 millions d'habitants (Suisse, Mexique, Japon et Chine); ajoutez quelques médiocres États à systèmes divers non décimaux et non métriques.

» En définitive, en 1879, plus de la moitié de la population des États civilisés, comprenant 1180 millions d'habitants, connaissent légalement le système métrique décimal des poids et mesures; et une bonne part du progrès date de ces dernières années, ce qui promet pour l'avenir.

» II. *Monnaies.* — Pour les systèmes monétaires, les cinq États, unis d'après la convention de Paris de 1865, et formant une population de 78,6 millions d'habitants, ont des monnaies conformes, admises dans la circulation des cinq États. En outre, quatre États d'Europe (60,4) et six États d'Amérique (11), ensemble dix États ayant 71,4 millions d'habitants, ont frappé des monnaies conformes à certaines monnaies de l'Union occidentale.

» En 1871, l'Allemagne a réuni, sous un seul régime monétaire, les vingt-cinq États du nouvel empire, dont la plupart des anciens États allemands formaient, de 1857 à 1871, trois groupes monétaires. Le nouveau

système est décimal, mais basé sur une unité, le marc d'empire, de $1^{fr},2345$, qui ne concorde avec l'unité d'aucun autre pays. L'Allemagne comprend 42,7 millions d'habitants.

» En 1872, les trois États scandinaves (8 millions d'habitants) ont formé une union monétaire basée sur une unité, la couronne, de $1^{fr},39$, qui n'offre aucune concordance avec les monnaies des autres pays.

» Tous les autres États, l'Angleterre et ses colonies (45,7 millions), l'Inde anglaise (231), les Pays-Bas et leurs colonies (27,4), la Russie (85), la Chine (425), le Japon (33,7), les États-Unis (39), le Brésil (11), etc., sont restés particuliers dans leurs divers systèmes monétaires, qui, pour la plupart, sont décimaux quant aux divisions, mais basés sur des unités diverses.

» Notons, toutefois, que le Japon a adopté en 1868-71 une unité monétaire, le yen, de 5^{fr}, 16, très-voisine de l'unité monétaire des États-Unis; et, comme signe du mouvement qui tend à la concordance des monnaies des États modernes, on doit signaler encore, en Russie, la Finlande, qui, depuis le 1er juillet 1878, a frappé des pièces de 10 et de 20 marcs absolument conformes aux pièces françaises de 10 et de 20 francs.

POIDS ET MESURES.

(Population en millions d'habitants.)

PAYS OÙ LE SYSTÈME DÉCIMAL EST

Légalement et obligatoirement établi.		Légalement et obligatoirement établi.		Légalement facultatif.		Admis en principe.	
		Report....	205,0				
France et colonies	42,4	Portugal.......	3,9	Angleterre.	33,0	Inde anglaise.	231,0
Belgique........	5,3	Roumanie......	4,5	Canada....	3,6	Russie......	86,7
Pays-Bas et colon.	27,5	Grèce.........	1,5	États-Unis..	38,9	Turquie.....	23,6
Allemagne......	42,7	Brésil.........	11,1	Total...	75,5	Venezuela...	1,8
Suède.........	4,5	Colombie.....	2,9			Uruguay....	5
Norvége........	1,8	Équateur......	1,0			Total.....	343,6
Autriche-Hongrie	37,5	Pérou.........	2,7				
Italie..........	26,8	Chili..........	2,1				
Espagne........	16,5	Argentine (Rép.)	1,9				
A reporter...	205,0	Total....	236,6				

MONNAIES.

SYSTÈME DE L'UNION OCCIDENTALE.

France, Algérie et colonies.	42 403 892 hab.	
Belgique	5 336 185	
Italie	26 801 154	
Suisse	2 668 147	
Grèce	1 457 894	
Total de l'Union de 1865		78 667 272 hab.
Roumanie	4 475 000	
Espagne	16 507 000	
Autriche-Hongrie	37 515 858	
Finlande	1 912 647	
Total des pays d'Europe ayant frappé des monnaies conformes à certaines monnaies de l'Union		60 410 505
Colombie	2 910 000	
Venezuela	1 784 194	
Équateur	1 066 000	
Pérou	2 720 735	
Chili	2 116 778	
Uruguay	450 000	
Total des pays d'Amérique ayant frappé des monnaies conformes à certaines monnaies de l'Union		11 047 707
Total des États ayant des monnaies propres à une circulation internationale d'après le système français		150 125 484 hab.
Total des États ayant des systèmes monétaires divers et autres que le système français		1 029 027 278 hab.

SYSTÈMES DIVERS.

PAYS-BAS et COLONIES HOLL. Base : le florin de $2^{fr},09$ (système décimal quant aux multiples et aux divisions)	27 480 000 hab.
ALLEMAGNE (25 États). Base : le marc d'or de $1^{fr},2345$ (décimal)	42 727 360
UNION SCANDINAVE (3 États) : la couronne de $1^{fr},39$ (décimal)	8 103 918
ANGLETERRE et COLONIES ORDIN. : le souverain de $25^{fr},22128$ (non décimal)	45 776 000
INDE ANGLAISE : la roupie de $2^{fr},38$ (non décimal)	230 928 000
ÉTATS-UNIS : le dollar de $5^{fr},18$ (décimal)	38 926 000
JAPON : le yen de $5^{fr},16$ (décimal)	33 700 000
CHINE : le taël de $7^{fr},56$ (décimal)	425 515 000
PERSE : le thoman de $11^{fr},88$ (décimal)	5 000 000
RUSSIE (moins la Finlande) : le rouble de $3^{fr},99$ (décimal)	84 909 000
TURQUIE : la piastre de $0^{fr},2279$ (décimal)	23 610 000
ÉGYPTE : la piastre de $0^{fr},2562$ (décimal)	6 921 000
TUNIS : la piastre de $0^{fr},60$ (non décimal)	2 000 000
MAROC : le métikal de $2^{fr},63$ (décimal)	6 300 000
SIAM : le tical de $3^{fr},25$ (non décimal)	5 750 000
MEXIQUE : la piastre de $5^{fr},43$ (décimal)	9 276 000
GUATEMALA : la piastre de $5^{fr},41$ (décimal)	1 190 000
CUBA : la piastre de $5^{fr},33$ (décimal)	1 400 000
ILES PHILIPPINES : la piastre de $5^{fr},10$ (décimal)	6 000 000
HAITI : la piastre de $5^{fr},25$ (décimal)	700 000
BOLIVIE : la piastre de $5^{fr},40$ (non décimal)	2 000 000
PARAGUAY : la piastre de $4^{fr},66$ (non décimal)	226 000
ARGENTINE (RÉPUBLIQUE) : la piastre de $5^{fr},40$ (décimal)	1 871 000
BRÉSIL : le milreis de $2^{fr},83$ (décimal)	11 108 000
PORTUGAL : le milreis de $5^{fr},59$ (décimal)	3 954 000
COLONIES PORTUGAISES (idem)	3 656 000
	1 029 027 278 hab.

CHIMIE. — *Liquéfaction de l'hydrogène silicié.* Note de M. **Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« Ayant eu l'occasion de préparer une certaine quantité d'hydrogène silicié pur, j'ai pu observer la liquéfaction de ce gaz. L'expérience a été effectuée à l'aide de l'élégant appareil dû à M. Cailletet.

» A la température ordinaire (vers 10 degrés), l'hydrogène silicié n'est pas liquéfié sous des pressions de 200 et 300 atmosphères. Au contraire, dès 50 atmosphères, le refroidissement dû à la détente détermine la production d'un brouillard épais et d'un ruissellement manifeste de liquide sur les parois du tube.

» Le gaz est donc, dans ces conditions, à une température voisine de son point critique. Il a suffi, en effet, de le refroidir de quelques degrés au-dessous de zéro pour le condenser totalement. L'hydrogène silicié est liquide à — 11° sous la pression de 50 atmosphères; à — 5° sous 70 atmosphères; à — 1° sous 100 atmosphères. Au contraire, à zéro il est resté gazeux jusqu'à 150 et 200 atmosphères. Le point critique serait donc situé au voisinage de zéro.

» Les conditions de liquéfaction de ce gaz le rapprochent du gaz des marais, plus difficilement condensable, et avec lequel il a tant d'analogies chimiques [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur le dosage de l'alcool méthylique dans les méthylènes commerciaux;* par MM. **Ch. Bardy** et **L. Bordet**. (Extrait par les auteurs.)

« La seule méthode qui ait été proposée jusqu'ici [2] est fondée sur la transformation de l'alcool méthylique en iodure de méthyle, dont on mesure le volume.

» Le principe même de cette méthode n'était pas à l'abri de toute objection, car on n'avait pu parvenir à démontrer que l'alcool méthylique absolument pur et anhydre se transforme intégralement en iodure de méthyle dans les conditions où s'effectuent les analyses [3]. En second lieu,

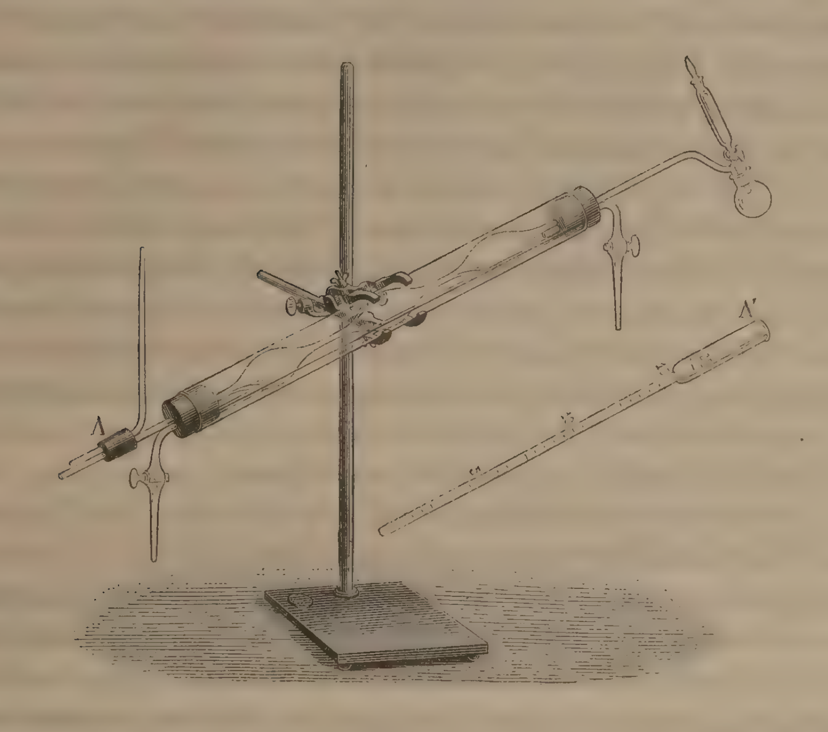
---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

[2] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VI, p. 1310.

[3] *Id.*, t. VII, p. 1494, et t. IX, p. 1931.

on avait reconnu que la méthode donne des résultats inexacts quand le méthylène analysé renferme de l'acétone, c'est-à-dire dans le cas presque général, mais on n'avait indiqué aucun moyen d'obvier à cet inconvénient grave. Nous avons comblé ces deux lacunes.



» L'appareil dont nous nous servons est représenté ci-dessus. Dans la première partie de l'opération, il est incliné de telle sorte que le réfrigérant fasse refluer dans le ballon toutes les vapeurs qui peuvent s'en dégager. On place d'avance, dans le ballon, 15 grammes d'iodure de phosphore (PhI^2); puis, dans la pipette, on introduit 5 centimètres cubes du méthylène à analyser. Au moyen du robinet, on fait pénétrer ce liquide dans le ballon, goutte à goutte et très-lentement. Ensuite, par le même moyen, on introduit 5 centimètres cubes d'acide iodhydrique de densité 1,7, chargé de son poids d'iode; enfin, on plonge le ballon dans un bain-marie à 80-90 degrés pendant quelques minutes. Cela fait, on incline l'appareil de façon à distiller le contenu du ballon; le réfrigérant condense les vapeurs, que l'on recueille dans un tube gradué, représenté sur la figure, et qui s'adapte à l'extrémité de l'appareil au moyen d'un bouchon de caoutchouc également représenté.

» Quand la distillation est terminée, on détache ce tube, on y introduit de l'eau, on agite et on laisse reposer. On a alors un certain volume d'io-

dure de méthyle, mais ce volume ne représente pas la totalité de l'iodure de méthyle produit. En effet, ce corps n'est pas absolument insoluble dans l'eau ; nous avons constaté qu'il se dissolvait aisément dans cent vingt-cinq fois son volume d'eau. La couche d'eau contenue dans le tube gradué contient donc les 8 millièmes de son volume d'iodure de méthyle.

» En second lieu, à la fin de la distillation, une certaine quantité de vapeur d'iodure de méthyle reste dans l'appareil. On peut évaluer exactement cette quantité par un essai particulier fait une fois pour toutes. On met dans le ballon un volume connu d'iodure de méthyle pur et un peu d'eau, puis on distille exactement comme à l'ordinaire. On constate alors qu'on recueille moins d'iodure de méthyle qu'on n'en a mis. La perte est constante pour un appareil donné et indépendante de la quantité d'iodure de méthyle sur laquelle on opère. Pour les appareils dont nous nous servons habituellement, et dont la capacité totale est d'environ 140 centimètres cubes, la perte est généralement de $0^{cc},25$.

» En tenant compte de ces différents éléments, nous avons obtenu, comme moyenne de trois essais effectués avec de l'alcool méthylique pur, $7^{cc},73$ d'iodure, le nombre théorique étant $7^{cc},74$.

» Lorsqu'on soumet à l'analyse un mélange d'alcool méthylique et d'acétone, on rencontre une difficulté : l'iodure recueilli retient, même après avoir été agité avec de l'eau, une certaine quantité d'acétone inaltérée qui en augmente le volume de telle façon, que les résultats obtenus sont toujours trop forts et souvent dans une proportion considérable.

» Nous avons alors cherché un moyen d'évaluer la quantité réelle d'iodure de méthyle qui existe dans un mélange de ce corps et d'acétone, et nous avons trouvé qu'un simple lavage à l'eau, effectué dans des conditions particulières, permet d'atteindre ce but. Pour cela, nous avons pris une série de mélanges d'iodure de méthyle et d'acétone dans lesquels la proportion du premier corps variait de 70 à 99 pour 100. En agitant chacun de ces mélanges avec son volume d'eau, nous avons constaté que le volume apparent de l'iodure de méthyle subissait une diminution, toujours la même pour un mélange donné et variable d'un mélange à l'autre. Nous avons alors inscrit dans un Tableau les diminutions de volume observées et, en regard, les compositions des mélanges correspondants.

» Il devient dès lors facile, dans une analyse, d'éliminer la cause d'erreur due à la présence de l'acétone : quand on a agité l'iodure recueilli avec de l'eau, comme nous l'avons dit plus haut, on note le volume apparent de l'iodure, on siphonne l'eau surnageante et l'on effectue un deuxième

lavage avec un volume d'eau égal à celui de la couche d'iodure. Celle-ci subit alors une diminution, d'où l'on conclut immédiatement, au moyen du Tableau mentionné ci-dessus, le volume réel de l'iodure contenu dans le volume apparent primitif.

» Au nombre ainsi obtenu il y a lieu, ici encore, d'ajouter deux autres nombres pour avoir la quantité totale d'iodure fournie par le méthylène analysé. L'un de ces nombres représente la quantité d'iodure dissoute dans l'eau du premier lavage; l'autre est la perte constante due à l'appareil employé.

» Comme vérification, nous avons soumis à l'analyse divers mélanges d'alcool méthylique et d'acétone; nous en citerons seulement deux, qui contenaient l'un 40 pour 100, l'autre 70 pour 100 du premier corps et qui ont donné les nombres 41 et 70,2 pour 100. Ces résultats sont suffisamment approchés pour qu'on puisse considérer comme négligeables les erreurs dues à la présence de l'acétone. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la durée et de l'intensité sur la perception lumineuse.* Note de MM. Ch. Richet et Ant. Breguet, présentée par M. Vulpian.

« On admet en général que la lumière est toujours perçue, même si sa durée est très-courte, et l'on cite, non sans raison, l'exemple de l'étincelle électrique, qui ne dure qu'un temps extrêmement court et qui est toutefois vue avec netteté.

» Cependant nous avons pensé qu'avec des lumières plus faibles que l'étincelle électrique l'influence de la durée très-courte n'était pas négligeable, et, en effet, l'expérience a confirmé nos prévisions.

» Nous ne décrirons pas ici l'appareil qui nous a servi à produire des éclairs très-courts; il nous suffira de dire que l'on pouvait, au moyen de cet appareil, soit diminuer l'intensité lumineuse en plaçant au-devant de la flamme éclairante des plaques de verre enfumé, soit diminuer la durée de l'éclair en tendant plus ou moins un ressort. A l'aide de notre appareil, nous pouvions obtenir des éclairs ne durant que $\frac{1}{2000}$ de seconde.

» Nous sommes arrivés, en procédant ainsi, aux résultats suivants :

» 1° Une lumière faible, perçue nettement quand elle impressionne pendant quelque temps la rétine, devient invisible quand sa durée diminue.

» 2° Pour la rendre visible de nouveau, il suffit soit de la rendre plus intense, soit d'augmenter sa durée.

» 3° On peut encore la rendre visible en répétant rapidement (au moins 50 fois par seconde) cette excitation lumineuse faible et de courte durée.

» 4° Des lumières colorées sont soumises aux mêmes lois, et en outre sont toujours vues avec leur coloration propre, qu'elles soient fortes ou faibles, longues ou brèves.

» On peut donc comparer ces phénomènes aux phénomènes de l'addition latente, dont l'un de nous a démontré l'existence, et pour le mouvement musculaire, et pour la perception sensitive.

» On voit aussi qu'il y a dans la vision rétinienne une période d'inertie, peut-être négligeable pour les lumières intenses, mais dont pour les lumières faibles il faut tenir compte, puisqu'une lumière faible met un temps appréciable à vaincre cette inertie de la rétine [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la structure intime du système nerveux central des Crustacés décapodes.* Note de M. E. Yung, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les travaux de Helmholtz, Remak, Haëckel, Owsjannikow, Lemoine, etc., ont établi que la composition histologique du tissu nerveux des Crustacés est analogue à celle du même tissu chez les Vertébrés. Toutefois, il existe entre elles des différences sur lesquelles les auteurs cités ne sont pas entièrement d'accord.

» Nous avons entrepris des recherches nouvelles dans cette direction, et nous les avons étendues à la disposition des éléments dans les masses ganglionnaires. Ces recherches ont porté sur les Macroures (*Homard, Écrevisse, Palémon,* etc.,) et sur les Brachyures (*Cancer menas, C. paragus, Portunus puber, Maïa squinado,* etc.); elles nous ont conduit aux résultats suivants.

» Le tissu nerveux des Crustacés est composé de fibres et de cellules.

» Les fibres présentent toujours une enveloppe et un contenu. L'enveloppe est ferme, élastique, résistante et tapissée de noyaux irrégulièrement distribués; elle est simple chez les tubes étroits et double chez les larges. Son épaisseur varie de $0^{\mu},5$ à $2\ \mu$. Le contenu est semi-liquide, visqueux,

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. le professeur Marey.

toujours parfaitement clair et homogène. L'eau distillée et la plupart des réactifs y font apparaitre des granulations décrites comme normales par les premiers observateurs.

» On peut noter dans les fibres très-larges une concentration plus grande du plasma nerveux vers le centre de la fibre, qui se trahit par un aspect nuageux dans cette région ; mais, contrairement à l'opinion de Remak, on n'y rencontre jamais de faisceaux fibrillaires qui puissent être homologués avec le cylinder-axis des nerfs des Vertébrés. La structure fibrillaire n'apparaît qu'après l'action des réactifs.

» Le diamètre des fibres varie de 10 à 150 μ.

» Le contenu des cellules est également entouré d'une enveloppe; cette dernière est parfois si fine, qu'il est difficile de la mettre en évidence ; elle ne présente jamais de noyaux, et son contour est toujours simple. Le contenu est en tous points semblable à celui des tubes. Il y flotte un nucléus (quelquefois deux) renfermant un ou plusieurs nucléoles, qui contiennent à leur tour des nucléolules. Ces derniers ne sont que des amas de granulations.

» Les cellules sont apolaires, monopolaires, bipolaires. On en rencontre rarement à trois prolongements. Leurs dimensions varient de 30 à 200 μ. Elles se comportent vis-à-vis des réactifs de la même manière que les fibres; ces dernières ne sont bien réellement que de simples prolongements cellulaires. L'acide azotique et l'acide picrique font apparaître sur ces deux éléments des striations longitudinales très-caractéristiques qui parlent en faveur de leur identité. M. Cadiat a appelé dernièrement l'attention sur cette réaction [1].

» L'absence de myéline et de cylinder-axis différencié chez les fibres, la forme et la composition des cellules rapprochent ces éléments de ceux du grand sympathique des Vertébrés; ils n'en diffèrent que par leurs dimensions. Les éléments groupés dans les connectifs et les ganglions sont entourés d'une double enveloppe conjonctive ; un *névrilème externe* compacte et résistant, finement strié longitudinalement, renfermant des noyaux, des fibres élastiques et quelquefois des cellules pigmentaires étoilées; l'ensemble de sa structure rappelle celle de la *gaîne lamellaire* de M. Ranvier, enveloppant les faisceaux nerveux des Vertébrés. Un *névrilème interne*, mou, composé de lamelles, de fibres et de noyaux, pénètre entre les faisceaux nerveux et se rapproche du *tissu intra-fasciculaire* du même auteur ; il est parcouru par des vaisseaux sanguins.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1420.

» Des coupes transversales nous apprennent que les connectifs ne sont composés que de fibres. Il n'existe nulle part de séparation entre les fibres larges et les fibres étroites.

» Les cellules des ganglions sont distribuées à leur surface. Dans les ganglions abdominaux, elles abondent surtout à la face supérieure et sur les faces latérales.

» La face supérieure est, en outre, occupée par des faisceaux de fibres longitudinales qui traversent le ganglion sans s'y arrêter; elles montent dans le cerveau et établissent la solidarité entre cet organe et les autres ganglions de la chaîne.

» Il existe dans chaque ganglion trois faisceaux de fibres commissurales qui unissent les deux portions latérales de chaque ganglion.

» Le cerveau des Crustacés est constitué sur un plan analogue à celui décrit par les auteurs chez les Insectes. On peut y distinguer des mamelons antérieurs, postérieurs et latéraux. Ces mamelons sont constitués par une substance médullaire, finement ponctuée, divisée par de fines lamelles conjonctives, et qui brunit sous l'action de l'acide osmique. Cette substance médullaire est recouverte d'une couche de noyaux autour desquels il n'est pas possible de distinguer une enveloppe cellulaire.

» Les nerfs des sens spéciaux prennent leur origine dans des cellules à la surface des mamelons.

» L'étude histologique du cerveau confirme les vues théoriques anciennement émises par M. Milne Edwards, et qui l'ont conduit à considérer cet organe comme formé de trois paires de ganglions [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la Wagnérite de Bamle, en Norvége, et sur une rétinite de Russie.* Note de M. **F. Pisani**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« *Wagnérite.* — Ce phosphate de magnésie fluorifère a été rencontré d'abord à Werfen en Salzbourg, où il est très-rare, surtout en cristaux nets. Dernièrement on a décrit, sous le nom de *Kjerulfine,* un minéral de composition analogue, mais contenant plusieurs centièmes de chaux et provenant de Bamle, en Norvége; les échantillons reçus de cette localité étaient en masses jaunâtres, associées quelquefois avec de l'albite appelée *Tschermakite.* Il y a peu de temps, j'ai reçu, sous le nom de *Kjerulfine cristallisée,*

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, dirigé par M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

de grands cristaux pesant jusqu'à plusieurs kilogrammes, en prismes rhomboïdaux de 122 degrés, avec une légère modification sur l'arête obtuse et sans terminaison. Ce prisme est formé des faces g^3, lesquelles dominent ordinairement dans les cristaux de Wagnérite.

» L'intérieur de ces cristaux est tantôt en grande partie homogène et formé d'une substance vitreuse jaune, qui est de la Wagnérite à peu près pure, tantôt traversé par des veines blanchâtres, à éclat pierreux, qui contiennent beaucoup de chaux (mélange d'apatite), tantôt formé presque entièrement d'une matière blanchâtre ou rosée, qui est en grande partie de l'apatite; au milieu de cette masse, il reste quelquefois des noyaux bien frais de Wagnérite jaune. Certains cristaux, jaunes à l'intérieur, sont enveloppés par une croûte blanche pierreuse d'apatite. De ces faits il résulte que les cristaux de Wagnérite de Bamle ont la plus grande tendance à se changer en apatite et ne sont, la plupart du temps, que des pseudomorphoses.

» L'analyse de la Wagnérite de Bamle a donné :

Acide phosphorique	43,7
Magnésie	34,7
Chaux	3,1
Magnésium	6,8
Fluor	10,7
Résidu	0,9
	99,9

Densité 3,12

» Ces nombres correspondent à la formule ordinaire de la Wagnérite :

$$(\dot{\mathrm{Mg}}\,\dot{\mathrm{Ca}})^3\,\overset{\therefore}{\bar{\mathrm{P}}}\mathrm{h} + \mathrm{Mg\,Fl}.$$

» Il est donc évident que le minéral appelé *Kjerulfine* n'est qu'une simple Wagnérite plus ou moins pure, puisque les premiers échantillons massifs avaient donné à l'analyse jusqu'à près de 10 pour 100 de chaux, tandis que dans les cristaux que je viens d'examiner on n'en trouve plus que 3 pour 100. D'ailleurs, la présence de cette base s'explique facilement par la grande tendance des échantillons de cette localité à se changer en apatite.

» *Rétinite de Russie.* — J'avais depuis longtemps dans ma collection, sous le nom de *grenat manganésien de Russie*, un minéral massif, assez friable, à structure un peu testacée et ayant exactement la couleur d'un grenat. Ce

morceau est, à l'extérieur, comme poli ou roulé d'une manière irrégulière. Un essai au chalumeau, par lequel je constatai qu'il se gonflait et blanchissait avant de fondre, ainsi que sa faible densité, me fit entreprendre son examen chimique, et l'analyse est venue montrer qu'en effet ce n'était point un grenat. Sa densité est de 2,31.

» Il a donné à l'analyse :

Silice	67,50
Alumine	16,34
Oxyde ferrique	1,16
Potasse	3,88
Soude	3,92
Chaux	2,20
Perte au feu	5,90
	100,90 »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le verglas du mois de janvier* 1879. Note de M. L. GODEFROY. (Extrait.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats des observations qui ont pu être faites, au petit séminaire de La Chapelle-Saint-Mesmin (Loiret), sur ce phénomène assez rare.

» Pendant trois jours consécutifs, les 22, 23 et 24 janvier 1879, la pluie n'a cessé de tomber, et cependant le thermomètre se maintenait à 2, 3 et même 4 degrés au-dessous de zéro. Le pluviomètre accusa, pour ces trois jours, 36^{mm},3. Une partie seulement de cette eau se congela sur les objets qu'elle atteignit dans sa chute.

» Lorsque la pluie était peu abondante, chaque gouttelette se solidifiait instantanément, même sur des objets chauds; elle affectait alors la forme de petites pastilles aplaties et irrégulières; le phénomène était surtout remarquable sur les étoffes de laine, et était manifestement dû à ce que ces gouttelettes avaient été amenées à l'état de surfusion par leur passage au travers de l'air froid. La solidification se produisait au moment où les gouttes rencontraient des corps solides.

» Lorsque, au contraire, la pluie était abondante, les choses se passaient autrement : une partie de l'eau se transformait immédiatement en glace; l'autre partie roulait sur les objets et le sol, dont elle suivait les pentes naturelles; pendant ce trajet sur des corps froids, au sein d'une atmo-

sphère glaciale, une nouvelle couche de glace se formait et produisait des stalactites.

» Le poids des branches recouvertes de glace augmenta de plus en plus : dès la première nuit, plusieurs furent brisées. Dans la soirée du second jour, le phénomène prit des proportions effrayantes. Toute la nuit, les craquements se succédèrent avec une rapidité toujours croissante : le lendemain matin, les branches arrachées et brisées jonchaient le sol; des arbres entiers gisaient déracinés, d'autres, et des plus grands, étaient fendus en deux depuis le sommet jusqu'à la base. Le plus grand nombre étaient entièrement dépouillés de leurs branches, et certaines régions boisées simulaient assez bien les abords d'un bassin à flot, hérissé de mâts.

» On ne sera pas étonné de ces effets extraordinaires, si l'on a égard aux chiffres suivants. Une brindille de tilleul fut pesée : la balance accusa 60 grammes par décimètre de longueur; cette même brindille, dépouillée de la glace qui l'entourait, ne pesait que $0^{gr},5$. Une feuille de laurier portait une carapace de glace de 70 grammes.

» Tous les objets exposés à la pluie furent également recouverts de glace. Le gazomètre de notre usine, soudé à ses colonnes de fonte, ne descendait plus que par secousses; les chaînes fixées aux poulies se brisèrent, et les contre-poids restèrent suspendus, attachés seulement par la cohésion de la glace. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les effets produits, à Fontainebleau, par le verglas des 22, 23 et 24 janvier* 1879. Note de M. P. Piébourg, présentée par M. Decaisne. (Extrait.)

« Le 22 janvier, vers 10 heures du matin, une pluie froide commença à tomber; quelques minutes après, le sol était déjà devenu assez glissant pour rendre la marche difficile. Cette pluie continua presque sans interruption jusqu'au lendemain, vers 10 heures du soir, c'est-à-dire pendant une durée de trente-six heures; la température a d'ailleurs, pendant tout ce temps, été à peu près constante, de 3 degrés seulement au-dessous de zéro.

» Une couche de glace, de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, a couvert complétement le sol. Cette couche de glace adhérait aux toits, s'attachait aux parois verticales des murs; nous avons vu des perrons dont les contre-marches en étaient revêtues sur une épaisseur presque aussi grande que les marches elles-mêmes. A toutes les parties horizontales et saillantes

des édifices étaient suspendues des stalactites, de longueur et d'espacement très-réguliers.

» Sur les pelouses, chaque brin d'herbe était entouré d'une gaîne de glace, atteignant parfois jusqu'à 3 centimètres de diamètre.

» Des massifs d'arbustes à feuilles persistantes, tels que rhododendrons, alaternes, lauriers-cerises, etc., ne formaient qu'un seul bloc de glace, à travers lequel on distinguait assez nettement les feuilles et les branches.

» Quant aux arbres verts, tels que sapins, épicéas, etc., chaque couronne de branches s'était affaissée sur la couronne immédiatement inférieure, la plus basse reposant elle-même sur le sol, et le tout ne faisait qu'une immense pyramide de glace; les branches se soutenaient ainsi mutuellement : aussi, ces arbres ont-ils généralement pu résister à l'énorme poids qui les surchargeait.

» Les branches des arbres à feuilles caduques étaient complétement entourées d'une gaîne de glace d'une grande épaisseur. Pour les menus branchages, le diamètre de cette gaîne allait jusqu'à quatre ou cinq fois celui de la partie enveloppée; quant aux troncs, quoique verticaux, quelques-uns portaient une couche variant de 1 à 2 centimètres, mais généralement cette couche n'était pas continue et adhérait du côté exposé à l'est et au nord-est. L'énorme poids de cette glace a fait ployer et rompre un nombre considérable de branches de toutes dimensions, et même des arbres tout entiers, parmi les plus gros du parc, ont été soit brisés avec fracas, soit courbés jusqu'à voir leur cime toucher la terre, soit enfin arrachés, dans les endroits où le sol sablonneux était moins résistant; nous en avons mesuré un, entre autres, qui n'avait pas moins de $2^{m},20$ de circonférence à la base et de 37 mètres de hauteur, lequel était rompu à $4^{m},50$ environ au-dessus du sol.

» Voici quelques résultats numériques, indiquant le rapport entre le poids de certaines branches et celui de la glace qu'elles avaient à supporter :

	Poids	
	avec la charge de glace.	après avoir fait fondre la glace.
Branche d'alaterne...........................	200^{gr}	7^{gr}
Autre branche d'alaterne......................	210	11
Branche de rhododendron.....................	360	13
Branche d'épicéa.............................	660	30
Branche de bouleau...........................	700	50
Branche de bouleau (de 5 centimètres de diamètre, ayant rompu sous le poids).........	29^{kg}	4^{kg}

» La température étant montée à zéro le samedi 25, vers midi, le dégel a commencé, et a continué pendant les jours suivants. Il ne paraît pas qu'il ait occasionné de nouveaux bris d'arbres à feuilles caduques; mais il n'en a pas été de même des arbustes à feuilles persistantes : la glace qui reliait entre elles les différentes têtes des rhododendrons, par exemple, ayant fondu d'abord, chaque branche a été entraînée par le poids de la tête, encore chargée d'une couche assez épaisse. Les branches qui ne se sont pas brisées ne paraissent d'ailleurs pas avoir souffert du froid et ont repris l'aspect qu'elles avaient quelques jours auparavant.

» Nos communications télégraphiques ont été interrompues; les fils, de 4 millimètres de diamètre, étaient entourés d'une gaîne cylindrique de glace d'épaisseur très-régulière, de 38 millimètres de diamètre, ce qui fait plus de neuf fois le diamètre du fil lui-même. Il n'est donc pas étonnant que les lignes aient été rompues en un nombre considérable d'endroits [1]. »

M. Chasles présente à l'Académie le cahier d'octobre du *Bullettino di Bibliografia*, etc., de M. le prince Boncompagni. Il signale deux Lettres du P. Benedetto Castelli à Mgr Ferdinando Cesarini, dont la première, du 20 septembre 1638, n'avait jamais été entièrement publiée. Un passage de cette Lettre, publié par Nelli en 1793, est relatif à l'instrument appelé *thermomètre de Galilée*.

Dans une Notice qui précède ces deux Lettres, M. Boncompagni fait remarquer que cet instrument se trouve décrit dans l'Ouvrage de Blancanus, *Sphœra mundi seu Cosmographia demonstrativa*, de 1620, et dans d'autres Ouvrages postérieurs.

La seconde des deux Lettres est relative à la mesure des fontaines. Cette Lettre, publiée déjà en 1660, est reproduite d'après le manuscrit autographe possédé par la Bibliothèque royale de Parme. Cet exemplaire est le plus complet, contenant deux passages inédits (p. 632-635).

Nous citerons encore un article inédit de Mazzuchelli sur les travaux de Benedetto Castelli.

Enfin se trouve une annonce très-étendue (p. 666-698) des publications récentes relatives aux Sciences mathématiques et physiques.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

---

(1) Nous joignons à cette Note trois feuilles de croquis et quelques épreuves photographiques faites à notre laboratoire.

COMITÉ SECRET.

Dans le Comité secret du lundi 27 janvier, la Commission chargée de préparer une liste de candidats à une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Bienaymé*, avait fait la présentation suivante :

En première ligne. . . . . M. **Lalanne**,

En deuxième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . { M. **Bertin**, M. **Gruner**.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1878.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1877. Paris, Impr. nationale, 1878 ; in-fol.

Sur la construction de la Règle géodésique internationale ; par MM. H. Sainte-Claire Deville et E. Mascart. Paris, Gauthier-Villars, 1879 ; in-4°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux ; vol. XXXII, 4e série, t. II, livr. 3. Bordeaux, imp. Cadoret, 1878 ; in-8°.

W. de Fonvielle. *Comment se font les miracles en dehors de l'Église.* Paris, Dreyfous, sans date ; 1 vol. in-12.

École provençale de Lithotomie au xviiie *siècle ; par le* Dr F. Chavernac. Marseille, typ. Barlatier-Feissat, 1879 ; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 janvier 1879.)

Page 145, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $-\gamma' \frac{P\zeta}{G\sigma}$, *lisez* $-\frac{d}{ds}\gamma' \frac{P\zeta}{G\sigma}$.

Page 146, lignes 2, 3, 4 en remontant, *au lieu de* E_σ, *lisez* $E\sigma$.

Page 147, ligne 3 du texte, en remontant, *au lieu de* $I_n + I_3$, *lisez* $I_\eta + I_\zeta$.